

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ

Пономарев Дмитрий Юрьевич

Красноярский государственный технический университет
Красноярск, e-mail: kafaes@krasmail.ru

В соответствии с «Концептуальными положениями по построению мультисервисных сетей на ВСС РФ» основой для построения широкополосных сетей интегрального обслуживания (ШЦСИО) в Российской Федерации выбраны технологии ATM и IP. Однако, в связи с особенностями развития сетей связи в нашей стране и развитие телекоммуникационных технологий в мире, в настоящее время на единой сети электросвязи РФ (ЕСЭ) используется (и будет использоваться) достаточно широкий спектр технологий, каждой из которых присущи как достоинства, так и недостатки.

К недостаткам развития современных сетей связи является наличие сети для каждого вида связи. И, как результат, большое количество выделенных сетей, выполняющих строго определенную функцию. Как правило, ресурсы одной сети не могут быть использованы другой, поэтому существует необходимость в производстве и техническом обслуживании всех новых сетей. В то же время ими необходимо управлять и расширять спектр предоставляемых услуг, увеличивать функциональность. Для устранения недостатков возникает необходимость формирования мультисервисных сетей.

Общие подходы к построению данных сетей связи нашли отражение в концепции сетей связи следующего поколения – NGN (Next Generation Networks). Данная концепция обеспечивает предоставление неограниченного набора услуг, гибкую возможность управления, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и взаимодействие с традиционными сетями связи.

Действительно, идея NGN включает в себя все то лучшее, что хотели бы видеть потребители услуг в сетях связи. Каждый потребитель может заказывать то, что ему нужно: высококачественные голосовые услуги, передача данных, услуги факса и телефонии. Все это вписывается в единую, новую, интегрированную систему клиента. Возникают сети, информационные потоки в которых формируются различными службами, что приводит к созданию мультисервисной сети. Однако для того, чтобы обеспечить должное качество обслуживания необходимо определить характеристики систем обработки, являющиеся решающими при обслуживании информационных потоков.

В данной работе в качестве модели мультисервисной сети рассмотрена сеть массового обслуживания, источниками информационных потоков являются наиболее подходящие генераторы вызовов с соответствующими функциями распределения. В соответствии с проведенными наблюдениями [1-5], а также с учетом опыта моделирования информационных потоков различного вида [1,2,5,6], был сделан вывод об использовании в качестве источников нагрузки, генераторов со следующими распределениями: экспоненциальное, как классическое представление потоков вызовов; распределение Парето, как обладающее свойством самоподобия [3,5] и распределение Вейбулла, как имеющее т.н. «тяжелый хвост» и наблюдаемое в реальных телекоммуникационных сетях [1,3,5].

Кроме того, для определения загрузки систем, составляющих сеть, был применен тензорный метод анализа загрузки сети. В данном случае для определения загрузки систем массового обслуживания составляющих моделируемую сеть (рис. 1) использовалось известное выражение для определения коэффициента использования устройств (загрузка), дающее связь между интенсивностью поступления вызовов (λ) и

средним временем обслуживания ($t_{обсл}$): $\rho = \lambda t_{обсл}$. Применяв тензорный метод для сложной сети массового обслуживания, используя понятия исходной и примитивной сети, можно получить выражения для определения загрузки в исходной сети, задавая параметры для примитивной сети. Например, в общем виде для СеМО, состоящей из некоторого числа одноканальных систем с бесконечным буфером (данные параметры не являются ограничением метода) необходимо определить примитивную сеть, состоящую из такого же количества систем и описываемых инвариантным уравнением $\bar{\rho}' = \bar{\lambda}' \bar{t}'_{обсл}$, найти матрицу перехода (\bar{C}) от одной проекции к другой: $\bar{\lambda}' = \bar{C} \bar{\lambda}$, определить составляющие матричного уравнения:

$$\bar{C}^T \bar{\rho}' = (\bar{C}^T \bar{t}'_{обсл} \bar{C}) \bar{\lambda}. \quad (1)$$

Решая полученное уравнение относительно λ , находим коэффициенты использования устройств в исходной сети. Данный подход позволяет при минимальных затратах оценить загрузку сетей, обеспечив тем самым определение остальных характеристик СеМО: распределение вероятностей состояний по отдельным системам: $p_n = f(\rho)$, а также средней очереди \bar{N} и \bar{T} .

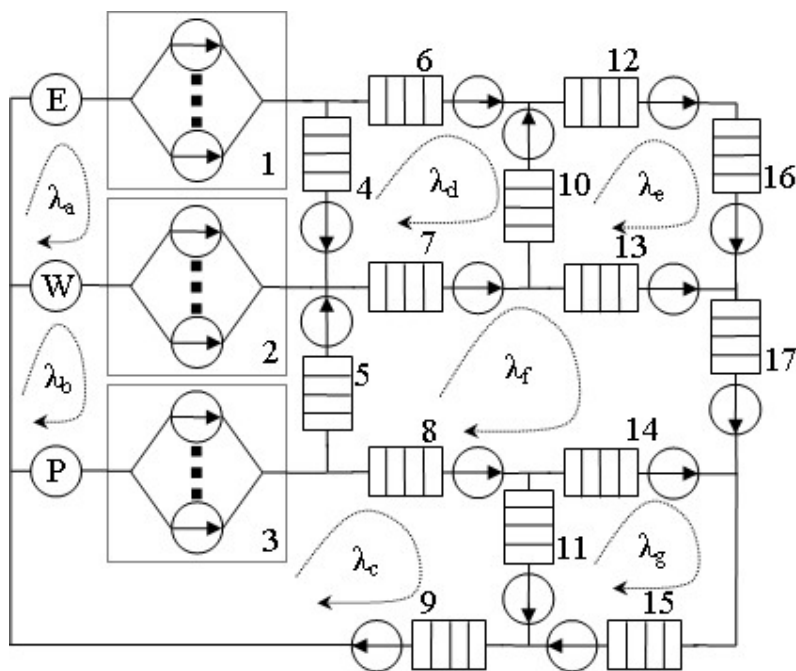


Рисунок 1 – Исследуемая сеть.

Исследуемая сеть состоит из трех источников нагрузки: E – экспоненциальное распределение, P – распределение Парето и W – распределение Вейбулла; и 17 систем массового обслуживания: с первой по третью многоканальные системы с явными потерями (с различным числом каналов), остальные одноканальные системы с бесконечным буфером, во всех системах, кроме второй и седьмой, распределение длительности обслуживания показательное, во второй и седьмой детерминированное.

Для исследуемой сети составим следующую таблицу соответствия контурных интенсивностей исходной и примитивной сетей, что и дает матрицу перехода C :

	λ_a	λ_b	λ_c	λ_d	λ_e	λ_f	λ_g
λ_1	1						
λ_2	-1	1					
λ_3		-1	1				
λ_4	1			-1			
λ_5		-1				1	
λ_6				1			
λ_7				-1		1	
λ_8			1			-1	
λ_9			1				
λ_{10}				-1	1		
λ_{11}			1				-1
λ_{12}					1		
λ_{13}					-1	1	
λ_{14}						-1	1
λ_{15}							1
λ_{16}					1		
λ_{17}						1	

Таблица 1.

t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}	t_{15}	t_{16}	t_{17}
0.6	0.7	0.75	0.5	0.9	0.85	0.5	0.6	0.4	0.7	0.75	0.6	0.55	0.75	0.5	0.9	0.7

Используя выражение (1), в котором $\vec{\rho}' = \begin{pmatrix} \rho'_1 \\ \rho'_2 \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \\ \rho'_{17} \end{pmatrix}$; $\vec{t}'_{обсл} = \begin{pmatrix} t_1 & 0 & \bullet & \bullet & 0 \\ 0 & t_2 & \bullet & \bullet & 0 \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ 0 & 0 & \bullet & \bullet & t_{17} \end{pmatrix}$;

$\vec{\lambda}^T = (\lambda_a \ \lambda_b \ \lambda_c \ \lambda_d \ \lambda_e \ \lambda_f \ \lambda_g)$, причем элементы матриц $\vec{\rho}'$ и $\vec{t}'_{обсл}$ имеют численные значения (значения времени обслуживания представлены в таблице 1), составляем матричное уравнение, решение которого дает следующий вектор: $\vec{\lambda}^T = (0.676 \ 0.945 \ 2.045 \ 0.31 \ 0.938 \ 1.294 \ 1.51)$. Следовательно, в данной сети в стационарном режиме загрузки систем массового обслуживания распределяются, как представлено в таблице 2.

Таблица 2.

ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	ρ_5	ρ_6	ρ_7	ρ_8	ρ_9	ρ_{10}	ρ_{11}	ρ_{12}	ρ_{13}	ρ_{14}	ρ_{15}	ρ_{16}	ρ_{17}
0.41	0.19	0.83	0.18	0.31	0.26	0.49	0.45	0.82	0.44	0.41	0.56	0.2	0.16	0.75	0.84	0.91

С целью подтверждения полученных результатов было проведено имитационное моделирование исследуемой сети в среде GPSS World, причем даже студенческая версия позволила провести данный эксперимент, однако при имитационном моделировании. Теория и практика. / ИММОД-2005: Сборник докладов Второй всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. – СПб: ЦНИИТС. – 2005. – Т.2. – С. 186-189.

использовании файловых переменных для вывода результатов моделирования потоков до обработки в сети и после было использовано достаточно много машинных ресурсов.

Кроме того, для проведения имитационного моделирования данной сети необходимо также определить вероятность перехода в блоке TRANSFER для некоторых узлов сети, например, для перехода на шестую систему, вероятность

определяется, как: $p_6 = \frac{\lambda_6}{\lambda_4 + \lambda_6} = 0.459$, для остальных блоков TRANSFER определение

p_8, p_{13}, p_{14} аналогичное. Математическое ожидание для распределений генераторов определялось исходя из расчетных данных и выбранного порядка распределения: распределение Вейбулла с порядком $k=0.5$ и распределение Парето с параметром $\alpha=1.6$. Текст программы содержал 106 блоков без использования потоковых переменных. Результаты имитационного моделирования представленные в таблице 3 практически совпадают с расчетными значениями таблицы 2.

Таблица 3.

ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	ρ_5	ρ_6	ρ_7	ρ_8	ρ_9	ρ_{10}	ρ_{11}	ρ_{12}	ρ_{13}	ρ_{14}	ρ_{15}	ρ_{16}	ρ_{17}
0.41	0.19	0.83	0.18	0.32	0.26	0.49	0.45	0.82	0.44	0.41	0.56	0.2	0.16	0.75	0.85	0.91

В качестве заключения можно отметить, что:

- исследование характеристик мультисервисных сетей необходимо проводить как методами математического, так и имитационного моделирования;
- использование имитационного моделирования позволяет получать достоверные данные о поведении информационных потоков в сети при соответствующих затратах, зависящих как от масштабов сети, так и свойств самих потоков;
- имитационное моделирование мультисервисных сетей требует особого подхода, как к процессу самого моделирования, так и к теоретической подготовке моделей;
- в процессе имитационного моделирования можно получать данные о поведении информационных потоков, что не всегда возможно при исследовании математических моделей сложных систем;
- имитационное моделирование подтверждает возможность использования тензорного подхода к анализу характеристик мультисервисных сетей.

Список литературы

1. Garrett M.W., Willinger W. Analysis, modeling and generation of self-similar VBR video traffic // Proceedings of ACM SIGCOMM'94. – 1994. – P.269-280.
2. Feldmann A., Whitt W. Fitting mixtures of exponentials to long-tail distributions to analyze network performance models // Performance Evaluation. – 1997.– 31.– P.245-279.
3. Feldmann A. Characteristics of TCP connection arrivals. // Technical report, AT&T Labs Research. – 1998.
4. Lakhina A., Crovella M., Diot C. Diagnosing Network-Wide Traffic Anomalies // Proceedings of the Conference On Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communications. – 2004. – P.219-230.
5. Lakhina A., Papagiannaki K., Crovella M., Diot C., Kolaczyk E.D., Taft N. Structural Analysis of Network Traffic Flows // Proceedings of the Joint International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems. – 2004. – P.61–72.
6. Пономарев Д.Ю. Моделирование непуассоновских потоков вызовов // Системные проблемы надежности, качества, информационных и электронных технологий / Материалы Международной конференции и Российской научной школы. – Часть 2. – М: Радио и связь – 2004. – С. 185-186.