

# ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СЕТИ IMS

*Пономарев Д.Ю.*

*Сибирский федеральный университет*

*г. Красноярск, Россия*

Развитие технологий пакетной коммутации и устранение ряда ограничений данных технологий, таких как: обеспечение поддержки качества обслуживания (QoS – quality of service), увеличение масштабов используемого адресного пространства и возможность обработки мультимедиапотоков; все это привело к тому, что основой для построения современных инфокоммуникационных сетей является протокол IP, а концепция построения сетей следующего поколения, обеспечивающая требуемую гибкость при внедрении новых услуг, получила название IMS (IP Multimedia Subsystem – система обработки разнородных информационных потоков с использованием IP) [1,2]. В рамках данной концепции происходит переход от традиционной вертикальной схемы предоставления услуг сети к горизонтальной, что позволяет обеспечить внедрение услуг на качественно ином уровне. Однако, создание технологически новых сетей требует решения задач управления распределением информационных потоков в узлах сети, а также связанной с этим задачи поддержки заданного уровня качества обслуживания. Данные задачи являются актуальными в современных инфокоммуникационных сетях [2,3], но их решение связано со значительными сложностями.

В качестве исходных данных, для решения задачи распределения нагрузки между узлами сети IMS, можно использовать модель распределения трафика, предложенную в [2]. Основными составляющими сети IMS [2] являются функциональные объекты (ФО) управления соединениями (CSCF – Call Session Control Function): прокси P-CSCF (Proxy-CSCF), взаимодействия I-CSCF (Interrogating-CSCF) и обслуживания S-CSCF (Serving-CSCF); серверы приложений и баз данных; ФО распределения ресурсов среды (MRF-Media

Resource Function). Взаимодействие P-CSCF, S-CSCF и MRF позволяет обеспечить заданное качество обслуживания для определенного медиапотока.

В данной работе для решения задачи обеспечения качества обслуживания и управления распределением потоков в сети IMS используется тензорный анализ. Ранее [4], было показано, что для определения вероятностно-временных характеристик (ВВХ) систем, необходимо решить уравнение (1) относительно  $\bar{\rho}$ :

$$(\bar{A}^T \bar{\mu}' \bar{A}) \bar{\rho} = \bar{A}^T \bar{\lambda}', \quad (1)$$

где:  $\bar{\lambda}'$  – вектор интенсивностей потоков сообщений в ветвях примитивной сети;  $\bar{\mu}'$  – квадратная матрица, диагональные элементы выражают интенсивности обслуживания пакетов в ФО управления;  $\bar{\rho}$  – вектор «узловых» загрузок;  $\bar{A}$  – матрица преобразования, устанавливает соотношение между загрузками ветвей примитивной сети и загрузками в исходной сети. Найденные значения «узловых» загрузок позволяют определить коэффициенты использования узлов в исходной сети  $\bar{\rho}_{узлов} = \bar{A} \bar{\rho}$ . Так как ВВХ это функции от загрузки, то для каждого маршрута передачи информации можно определить:

$$p_{потерь} = 1 - \sum_{i=1}^m (1 - p_{потерь,i}); \quad T_{задержки} = \sum_{i=1}^m T_{задержки,i}, \quad \text{где } m \text{ определяется общим}$$

числом систем, составляющих маршрут передачи/обработки.

Рассматривая обработку информационных потоков на сетевом уровне модели взаимодействия открытых систем [2] процесс передачи информации можно представить в виде сети массового обслуживания (рис.1а), где СМО1 моделирует процесс обслуживания в P-CSCF; СМО2, СМО4, СМО5 в I-CSCF, S-CSCF и MRF соответственно, а СМО7 обработку запросов в сервере пользовательской базы данных HSS (Home Subscriber Server).

Данную модель преобразуем к узловому виду (рис. 1б: в местах образования контуров производим «размыкание» связей между СМО, но

учитываем равенство интенсивностей поступления в соответствующих ветвях и поэтому вводим мнимые СМО3 и СМО6) и зададим «узловые загрузки».

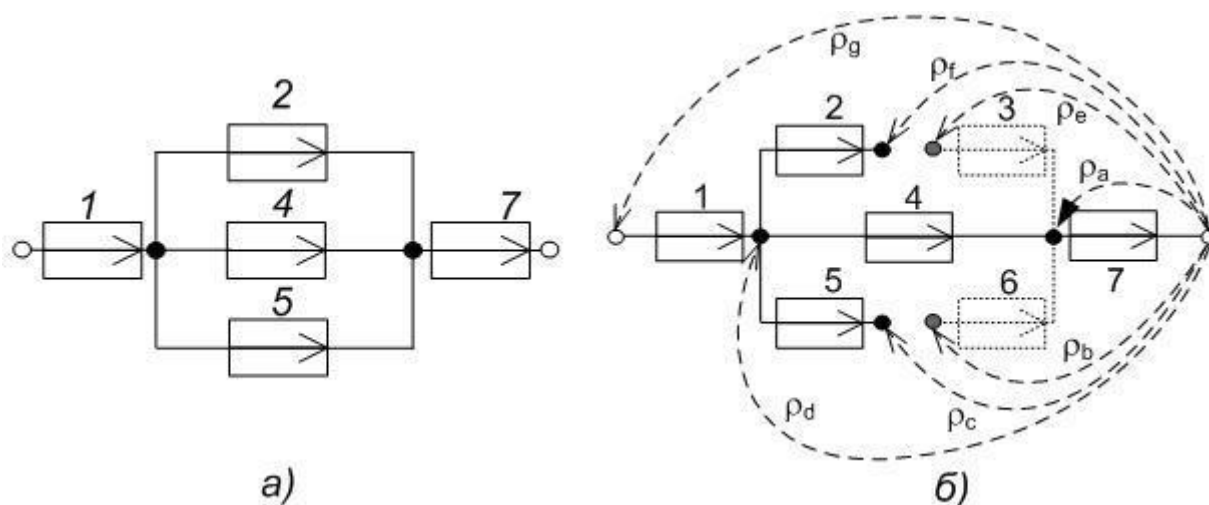


Рисунок 1 – Модель обработки потоков в сети IMS

Находя соответствие между нагрузками в исходной и примитивной сети, определяем матрицу  $A$  согласно [4] (ввиду большой размерности и разреженности здесь не приводится). При этом правую часть уравнения (1) с учетом  $\lambda_1 = \lambda_2 + \lambda_4 + \lambda_5$ ,  $\lambda_7 = \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_6$  и  $\lambda_2 = \lambda_3$ ,  $\lambda_5 = \lambda_6$  можно привести к виду:

$$A^T \bar{\lambda}' = \begin{pmatrix} \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_6 - \lambda_7 \\ -\lambda_6 \\ \lambda_5 \\ \lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_4 - \lambda_5 \\ -\lambda_3 \\ \lambda_2 \\ -\lambda_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -\lambda_6 \\ \lambda_5 \\ 0 \\ -\lambda_3 \\ \lambda_2 \\ -\lambda_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -\lambda_5 \\ \lambda_5 \\ 0 \\ -\lambda_2 \\ \lambda_2 \\ -\lambda_1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Кроме того, так как СМО являющейся генератором трафика является СМО1, то все интенсивности поступления вызовов в остальные СМО могут быть определены через  $\lambda_1$ . С этой целью в уравнение вводятся коэффициенты  $p_i$ , которые определяют долю трафика поступающего на  $i$  СМО. При этом,

исходя из структуры модели сети, необходимо учитывать, что:  $p_2 + p_4 + p_5 = 1$ . Используя вектор управления, содержащий вероятности разделения нагрузки по узлам  $(p_2 \ p_4 \ p_5)$  можно управлять распределением трафика по узлам сети с целью обеспечения определенного значения среднего времени задержки либо по заданному маршруту, либо по всей сети в целом при установленном значении интенсивности потоков. Например, при заданном значении  $\lambda_1$ , определенных значениях интенсивности обслуживания в каждой системе и использовании в качестве модели систему массового обслуживания вида М/М/1 можно изменяя значения коэффициентов  $p_2$ ,  $p_4$  и  $p_5$  определить изменение времени задержки по сети, как:  $T = \sum_{i=1}^7 \frac{1}{\mu_i} \cdot \frac{1}{1 - \rho_i}$  (без учета мнимых ветвей).

В заключение можно сделать вывод о том, что тензорный метод анализа сетей, как обладающий возможностями по учету процессно-структурного взаимодействия и гибкости применения, позволяет снизить вычислительные затраты на решение задачи обеспечения поддержки QoS, уменьшить задержки при динамическом управлении телекоммуникационными системами и обеспечить хорошую масштабируемость сети. Кроме того, тензорный метод позволяет достаточно просто формализовать проектные процедуры с целью автоматизации процесса проектирования сетей IMS [4].

#### Список литературы

1. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. SOFTSWITCH – СПб: БХВ. – 2006.
2. Пономарев Д.Ю. Исследование возможности использования тензорного анализа сетей к управлению качеством обслуживания в сети IMS // САИТ – 2009: Труды конференции. М.: ИСА РАН, 2009. – С. 722-728.
3. Яновский Г. Г. Качество обслуживания в IP сетях // Вестник связи – 2008. – №1. – С. 65-74.
4. Пономарев Д.Ю. Исследование характеристик пакетных сетей узловым методом тензорного анализа // Программные продукты и системы. – 2009. – №4. – С. 65-69.