

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПРИОРИТЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМАХ

Т. А. ЕГОРОВА, Л. А. МУРАВЬЕВА-ВИТКОВСКАЯ, ЛИ ШИЦЗЯ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: mur-lada@yandex.ru*

Проведен анализ дисциплин обслуживания с фиксированными и динамически приоритетами. Объектом исследования является промежуточный узел мультисервисной сети, в который поступает пять потоков данных с различной интенсивностью и временем обслуживания в маршрутизаторе. В качестве модели промежуточного узла используется система массового обслуживания с неоднородным потоком заявок. Исследования неоднородной системы массового обслуживания с приоритетами проводятся статистическим методом в среде имитационного моделирования GPSS World в предположении о различных законах распределения интервалов времени между приходом заявок и времени их обработки. Получены зависимости времени пребывания заявок от номера потока данных для различных сочетаний законов распределения с фиксированными и динамическими приоритетами.

Ключевые слова: динамические приоритеты, системы массового обслуживания, дисциплина обслуживания, фиксированные приоритеты, трафик, качество обслуживания

Современные компьютерные сети способны принимать и передавать большие объемы разнородного трафика. В таких сетях, называемых мультисервисными, осуществляется передача аудиоданных, видеоданных и компьютерных данных. Вследствие больших объемов передаваемых данных возникает необходимость управления трафиком. Один из вариантов управления трафиком — использование различных дисциплин обслуживания (ДО), среди разных вариантов реализации которых [1, 2] наибольший интерес представляют дисциплины обслуживания с динамически изменяющимися приоритетами. Изменение приоритета происходит согласно функции приоритетности

$$\varphi_h = \beta_h (t - t_h),$$

где t_h — момент поступления в систему заявки класса h ; t — текущий момент времени, $t \geq t_h$; разность $(t - t_h)$ — время нахождения заявки в системе на момент времени t ; β_h — коэффициент пропорциональности, определяющий скорость изменения функции приоритетности заявок класса h .

Положим, что $\beta_i \geq \beta_h$, если заявки i -го класса имеют более высокий приоритет, чем заявки класса h ($i, h = \overline{1, H}$); заявки с одинаковым приоритетом имеют равные значения коэффициента пропорциональности.

Аналитический метод исследования систем массового обслуживания (СМО) с динамически изменяющимися приоритетами рассмотрен в работе [3]. Однако для систем массового обслуживания с законами распределения интервалов времени между заявками в потоках данных, отличными от экспоненциального закона, применение аналитического метода практически невозможно. Для исследования таких систем целесообразно использовать статистический метод, одним из вариантов реализации которого является имитационное моделирование в среде GPSS World. Моделирование СМО с приоритетными дисциплинами обслуживания рассматривается в работах [4—7].

В настоящей статье объектом исследования служит промежуточный узел мультисервисной сети, отображающий задержки, возникающие при маршрутизации потоков H классов ($H = 5$) в приоритетном маршрутизаторе, находящемся в этом узле передачи данных. Модель промежуточного узла мультисервисной сети представлена на рис. 1. Маршрутизатор в соответствии с заданным алгоритмом маршрутизации направляет пакет в один из каналов связи $KC_{2...n}$, выходящих из данного узла передачи. Каналы связи отображаются в модели периферийными узлами с номерами $2...n$. В промежуточный узел мультисервисной сети поступает пять потоков данных с различной интенсивностью $\lambda_i, i = \overline{1, H}$ и временем обслуживания $b_i, i = \overline{1, H}$, в маршрутизаторе.

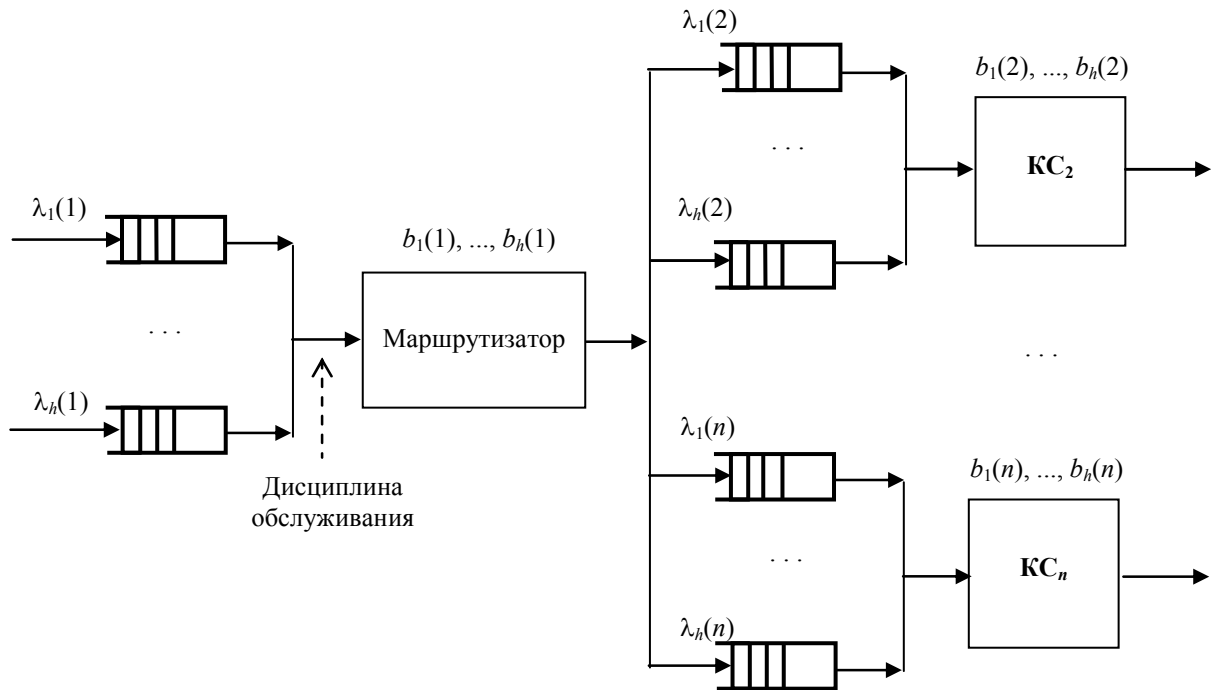


Рис. 1

Обслуживание заявок в центральном узле выполняется в соответствии с некоторой дисциплиной обслуживания общего вида из множества дисциплин со статическими и динамическими приоритетами. При этом характеристики обслуживания заявок, такие как время ожидания и пребывания, число заявок в очереди и число заявок в промежуточном узле определяются на уровне средних значений с учетом двух первых моментов распределений интервалов между поступающими в узлы заявками и длительностей обслуживания заявок в узлах.

Моделирование в среде GPSS для систем $M_5/M/1$ и $G_5/G/1$ проведено в символикe Кендалла [8]. Для удовлетворения требуемому качеству обслуживания в IP-сетях необходимо ввести ограничение на время задержки [9].

На рис. 2, а представлены графики зависимости времени пребывания $U_i, i = \overline{1, H}$, заявки в системе $M_5/M/1$ от номера потока заявок для экспоненциальных систем с фиксированными (ФОП) и динамическими (ДОП) относительными приоритетами. Применение динамических приоритетов приводит к увеличению времени пребывания высокоприоритетных заявок и уменьшению времени пребывания низкоприоритетных заявок, не нарушая наложенных ограничений (U^*). Исходя из этого возможно использование обрабатывающего устройства с меньшей производительностью, что приведет к уменьшению затрат на реализацию данной системы.

Графики зависимости времени пребывания заявки в системе от номера класса для СМО с неэкспоненциальными законами распределения приведены на рис. 2, б. В модели $G_5/G/1$ время между поступлением заявок и время их обслуживания распределены по гамма-закону. Применение фиксированных приоритетов не всегда позволяет удовлетворить заданным

требованиям, что приводит к ухудшению качества обслуживания. Использование динамических приоритетов способно решить данную проблему.

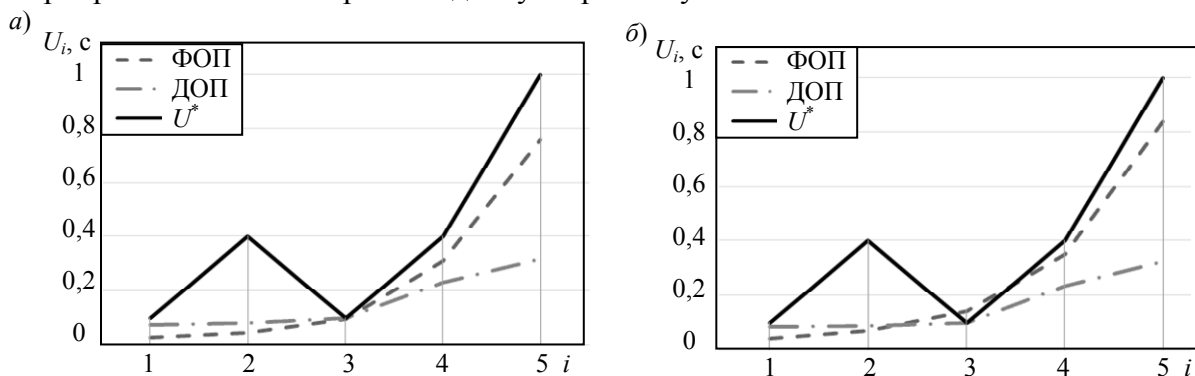


Рис. 2

Таким образом, применение для управления трафиком дисциплин обслуживания с различными типами приоритетов приводит к снижению времени задержки пакета в узлах мультисервисной компьютерной сети. Динамические приоритеты способны реализовать принцип „справедливого распределения ресурсов“. Этот принцип осуществляется как в системах с экспоненциальным распределением времени между приходом пакетов и времени обслуживания, так и в неэкспоненциальных системах. Благодаря этому появляется возможность использовать оборудование для передачи и обработки данных, характеризующееся меньшей производительностью, а следовательно, и меньшей стоимостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Erlang A. K. Solution of some problems in the theory of probabilities of significance in automatic telephone exchanges // The Post Office Electrical Engineers Journal. 1918. Vol. 10. P. 189—197.
2. Алиев Т. И. Основы моделирования дискретных систем. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. 363 с.
3. Алиев Т. И., Муравьева Л. А. Система с динамически изменяющимися смешанными приоритетами и ненадежным прибором // Электронное моделирование. 1988. № 7. С. 99—106.
4. Соснин В. В. Динамическое изменение приоритетов для обеспечения требуемого уровня качества обслуживания в компьютерных сетях // Сб. докл. Четвертой Всерос. науч.-практ. конф. „Имитационное моделирование. Теория и практика“ (ИММОД-2009). СПб, 2009. Т. 1. С. 177—181.
5. Соснин В. В. Моделирование дисциплины обслуживания с абсолютными приоритетами в GPSS World // Сб. докл. Третьей Всерос. науч.-практ. конф. „Имитационное моделирование. Теория и практика“ (ИММОД-2007). СПб, 2007. Т. 1. С. 224—229.
6. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. СПб: КОРОНА-принт; М.: Альтекс-А, 2004. 384 с.
7. Соснин В. В. Дисциплины обслуживания с прерываниями, реализуемые стандартными средствами GPSS // Тр. Пятой Всерос. науч.-практ. конф. „Имитационное моделирование. Теория и практика“ (ИММОД-2011). 2011. С. 275—281.
8. Шнепс М. А. Системы распределения информации. Методы расчета. М.: Связь, 1979. 344 с.
9. ITU-T recommendation Y.1541.: Internet Protocol Aspects – Quality of Service and Network Performance. Geneva, 2011.

Сведения об авторах

Татьяна Александровна Егорова

— аспирант; Университет ИТМО; кафедра вычислительной техники; E-mail: itat.eg5@gmail.com

Людмила Александровна Муравьева-Витковская

— канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО; кафедра вычислительной техники; E-mail: mur-lada@yandex.ru

Ли Шицзя

— аспирант; Университет ИТМО; кафедра вычислительной техники; E-mail: lishijia@msn.com

Поступила в редакцию
18.06.18 г.

Ссылка для цитирования: Егорова Т. А., Муравьева-Витковская Л. А., Ли Шицзя. Анализ процессов приоритетного управления потоками данных в программных системах // Изв. вузов. Приборостроение. 2019. Т. 62, № 3. С. 208—211.

PROCESS ANALYSIS OF DATA FLOW PRIORITY MANAGEMENT IN SOFTWARE SYSTEMS

T. A. Egorova, L. A. Muraveva-Vitkovskaia, Li Shijia

ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia
E-mail: mur-lada@yandex.ru

An analysis of service disciplines with fixed and dynamic priorities is carried out. The object of study is an intermediate node of a multi-service network, where five data streams with different intensities and router service time arrive. Queuing system with a heterogeneous flow of applications is used as a model of such intermediate node. Studies of the heterogeneous queuing system with priorities are conducted by a statistical method in GPSS World simulation environment under the assumption of different laws for the distribution of time intervals between the queues arrivals and their processing time. Time dependences of the queue time on data stream number for different combinations of distribution laws with fixed and dynamic priorities are derived.

Keywords: dynamic priority, queuing systems, fixed priority, traffic, quality of service, priority dispatching

REFERENCES

1. Erlang A.K. *The Post Office Electrical Engineers Journal*, 1918, vol. 10, pp. 189–197.
2. Aliyev T.I. *Osnovy modelirovaniya diskretnykh sistem* (Fundamentals of Discrete Systems Modeling), St. Petersburg, 2009, 363 p. (in Russ.)
3. Aliyev T.I., Murav'yeva L.A. *Electronic Modeling*, 1988, no. 7, pp. 99–106. (in Russ.)
4. Sosnin V.V. *Imitatsionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika. IMMOD-2009* (Imitating Modeling. Theory and Practice), Proceedings of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, 2009, vol. 1, pp. 177–181. (in Russ.)
5. Sosnin V.V. *Imitatsionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika. IMMOD-2007* (Imitating Modeling. Theory and Practice), Proceedings of the 2th All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, 2007, vol. 1, pp. 224–229. (in Russ.)
6. Ryzhikov Yu.I. *Imitatsionnoe modelirovanie. Teoriya i tekhnologii* (Imitating Modeling. Theory and technology), St. Petersburg Moscow, 2004, 384 p. (in Russ.)
7. Sosnin V.V. *Imitatsionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika. IMMOD-2011* (Imitating Modeling. Theory and Practice), Proceedings of the 5th All-Russian Scientific and Practical Conference, Moscow, 2011, pp. 275–281. (in Russ.)
8. Shneps M.A. *Sistemy raspredeleniya informatsii. Metody rascheta* (Information Distribution Systems. Calculation Methods), Moscow, 1979, 344 p. (in Russ.)
9. *ITU-T recommendation Y.1541*, Internet protocol aspects – Quality of service and network performance, Geneva, 2011.

Data on authors

- Tatiana A. Egorova** — Post-Graduate Student; ITMO University, Department of Computation Technologies; E-mail: itat.eg5@gmail.com
- Lyudmila A. Muraveva-Vitkovskaia** — PhD, Associate Professor; ITMO University, Department of Computation Technologies; E-mail: mur-lada@yandex.ru
- Li Shijia** — Post-Graduate Student; ITMO University, Department of Computation Technologies; E-mail: lishijia@msn.com

For citation: Egorova T. A., Muraveva-Vitkovskaia L. A., Li Shijia. Process analysis of data flow priority management in software systems. *Journal of Instrument Engineering*. 2019. Vol. 62, N 3. P. 208—211 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2019-62-3-208-211