



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 100–110
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 100–110

Научная статья

УДК 519.872

<https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-100-110>

Выходящий поток RQ-системы $M|GI|1$ асимптотически рекуррентный

И. Л. Лапатын[✉], А. А. Назаров

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, 634050, г. Томск, просп. Ленина, д. 36

Лапатын Иван Леонидович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ilapatin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1198-2113>

Назаров Анатолий Андреевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики, nazarov.tsu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2091-6011>

Аннотация. Большинство работ, рассматривающих модели с повторными вызовами, посвящены исследованию (численному, имитационному, асимптотическому) числа заявок в системе или в источнике повторных вызовов. Хотя одной из основных характеристик, которая определяет качество функционирования системы связи, является число обслуженных заявок системой за единицу времени. Информация о характеристиках выходящего потока представляет большой практический интерес, так как часто выходящий поток одной системы является входящим для другой. Результаты исследования выходящих потоков сетей массового обслуживания широко применяются при моделировании вычислительных систем, при проектировании сетей передачи данных и при анализе сложных многоэтапных производственных процессов. В работе рассматривается однолинейная система с повторными вызовами, на вход которой поступает простейший поток событий. Время обслуживания заявок на приборе случайное с произвольной функцией распределения $B(x)$. Если заявка, поступая в систему, обнаруживает прибор занятым, она мгновенно уходит на орбиту и осуществляет там случайную задержку в течение экспоненциально-распределенного времени. Объектом исследования является выходящий поток данной системы. Выходящий поток характеризуется распределением вероятностей числа заявок, закончивших обслуживание за некоторое время t . Исследование проводится методом асимптотического анализа при условии большой задержки заявок на орбите. В работе показано, что выходящий поток RQ-системы $M|GI|1$ является асимптотически рекуррентным. При этом длины интервалов в нем представляют собой сумму экспоненциальной величины с параметром $\lambda + \kappa$ и случайной величины с функцией распределения $B(x)$. Результаты численного эксперимента показали, что при существенно различных законах распределения $B(x)$ времени обслуживания заявок, но имеющих равные первые два момента, распределения вероятностей числа событий выходящего потока практически не отличаются.

Ключевые слова: RQ-система, выходящий поток, рекуррентный поток, метод асимптотического анализа

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-01-00277).



Для цитирования: Лапатын И. Л., Назаров А. А. Выходящий поток RQ-системы M|GI|1 асимптотически рекуррентный // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 100–110. <https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-100-110>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Article

<https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-100-110>

Output process of the M|GI|1 is an asymptotical renewal process

I. L. Lapatin[✉], A. A. Nazarov

National Research Tomsk State University, 36 Lenin Ave., Tomsk 634050, Russia

Ivan L. Lapatin, ilapatin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1198-2113>

Anatoly A. Nazarov, nazarov.tsu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2091-6011>

Abstract. Most of the studies on models with retrials are devoted to the research of the number of applications in the system or in the source of repeated calls using asymptotic and numerical approaches or simulation. Although one of the main characteristics that determines the quality of the communication system is the number of applications served by the system per unit of time. Information on the characteristics of the output processes is of great practical interest, since the output process of one system may be incoming to another. The results of the study of the outgoing flows of queuing networks are widely used in the modeling of computer systems, in the design of data transmission networks and in the analysis of complex multi-stage production processes. In this paper, we have considered a single server system with redial, the input of which receives a stationary Poisson process. The service time in considered system is a random value with an arbitrary distribution function $B(x)$. If the customer enters the system and finds the server busy, it instantly joins the orbit and carries out a random delay there during an exponentially distributed time. The object of study is the output process of this system. The output is characterized by the probability distribution of the number of customers that have completed service for time t . We have provided the study using asymptotic analysis method under low rate of retrials limit condition. We have shown in the paper that the output of retrial queue M|GI|1 is an asymptotical renewal process. Moreover, the lengths of the intervals in output process are the sum of an exponential random value with the parameter $\lambda + \kappa$ and a random variable with the distribution function $B(x)$. The results of a numerical experiment show that the probability distributions of the number of served customers in the system are practically the same for significantly different distribution laws $B(x)$ of service time if the service times have the same first two moments.

Keywords: retrial queue, output process, renewal process, asymptotic analysis method

Acknowledgements: This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects No. 18-01-00277).

For citation: Lapatin I. L., Nazarov A. A. Output process of the M|GI|1 is an asymptotical renewal process. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 100–110 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-100-110>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)