



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 111–124
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 111–124

Научная статья

УДК 519.872

<https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-111-124>

Асимптотический анализ RQ-системы MMPP|M|1 с разнотипными вызываемыми заявками

А. А. Назаров, С. В. Пауль[✉], О. Д. Лизюра

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

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

Пауль Светлана Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики, paulsv82@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3681-0676>

Лизюра Ольга Дмитриевна, студент магистратуры кафедры теории вероятностей и математической статистики, oliztsu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4463-4876>

Аннотация. В работе рассматривается однолинейная система массового обслуживания с повторными вызовами (RQ-система) с марковски модулированным пуассоновским потоком (MMPP) на входе и разнотипными вызываемыми заявками. Заявки, поступившие в систему, занимают прибор для обслуживания, если он свободен, или отправляются на орбиту, где осуществляют случайную задержку перед следующей попыткой занять прибор. Длительность задержки имеет экспоненциальное распределение. Особенностью данной системы является наличие вызываемых заявок нескольких типов. Интенсивности вызывания заявок различны для разных типов вызываемых заявок. Длительности обслуживания вызываемых заявок также различаются в зависимости от типа и являются экспоненциальными случайными величинами, параметры которых в общем случае не совпадают. Прибор вызывает заявки извне, только когда не обслуживает поступившие из потока заявки. Работа посвящена исследованию такой системы методом асимптотического анализа в двух предельных условиях: высокой интенсивности вызывания заявок и длительного обслуживания вызываемых заявок. Целью исследования является нахождение предельного стационарного распределения вероятностей числа заявок в системе, поступивших из потока, без учета вызываемой заявки, если она обслуживается на приборе. Получены асимптотические характеристические функции числа поступивших заявок в системе в вышеназванных предельных условиях. В предельном условии высокой интенсивности вызывания заявок асимптотическая характеристическая функция числа поступивших заявок в системе с повторными вызовами и разнотипными вызываемыми заявками является характеристической функцией гауссовской случайной величины. Однозначно определен вид асимптотической характеристической функции числа поступивших заявок в исследуемой системе в предельном условии длительного обслуживания вызываемых заявок.

Ключевые слова: RQ-система, поступающие заявки, вызываемые заявки, метод асимптотического анализа

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



Для цитирования: Назаров А. А., Пауль С. В., Лизюра О. Д. Асимптотический анализ RQ-системы MMPP|M|1 с разнотипными вызываемыми заявками // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 111–124. <https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-111-124>

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

Article

<https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-111-124>

Heavy outgoing call asymptotics for MMPP|M|1 retrial queue with two way communication and multiple types of outgoing calls

A. A. Nazarov, S. V. Paul[✉], O. D. Lizyura

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

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

Svetlana V. Paul, paulsv82@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3681-0676>

Olga D. Lizyura, oliztsu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4463-4876>

Abstract. In this paper, we consider a single server retrial queue MMPP|M|1 with two way communication and multiple types of outgoing calls. Calls received by the system occupy the device for operating, if it is free, or are sent to orbit, where they make a random delay before the next attempt to occupy the device. The duration of the delay has an exponential distribution. The main issue of this model is an existence of various types of outgoing calls in the system. The intensity of outgoing calls is different for different types of outgoing calls. The operating time of the outgoing calls also differs depending on the type and is exponential random variable, the parameters of which in the general case do not coincide. The device generates calls from the outside only when it does not operate the calls received from the flow. We use asymptotic analysis methods under two limit conditions: high rate of outgoing calls and low rate of serving outgoing calls. The aim of the current research is to derive an asymptotic stationary probability distribution of the number of incoming calls in the system that arrived from the flow, without taking into account the outgoing call if it is operated on the device. In this paper, we obtain asymptotic characteristic function under aforementioned limit conditions. In the limiting condition of high intensity of outgoing calls, the asymptotic characteristic function of the number of incoming calls in a system with repeated calls and multiple types of outgoing calls is a characteristic function of a Gaussian random variable. The type of the asymptotic characteristic function of the number of incoming calls in the system under study in the limiting condition of long-term operation of the outgoing calls is uniquely determined.

Keywords: retrial queue, Markov modulated Poisson process, incoming calls, outgoing calls, asymptotic analysis method

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

For citation: Nazarov A. A., Paul S. V., Lizyura O. D. Heavy outgoing call asymptotics for MMPP|M|1 retrial queue with two way communication and multiple types of outgoing calls. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 111–124 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9791-2021-21-1-111-124>

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