

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ТЕЗИСЫ**  
**I Международной конференции**  
**ШКОЛА ТЕОРИИ МАССОВОГО**  
**ОБСЛУЖИВАНИЯ (ШТМО-2025)**  
**21–26 апреля 2025 г.**

ТОМСК  
Издательство Томского  
государственного университета  
2025

УДК 519.872

ББК 22.18

И74

Школа теории массового обслуживания (ШТМО-2025): тезисы I Международной конференции (21–26 апреля 2025 г.). — Томск: Издательство Томского государственного университета, 2025. — 78 с.

ISBN 978–5–908040–02–0

Сборник содержит тезисы Международной конференции «Школа теории массового обслуживания (ШТМО-2025)» по следующим направлениям: методы стохастического и имитационного моделирования телекоммуникационных, экономических и технических систем.

Для специалистов в области информационных технологий и математического моделирования.

**УДК 519.872**

**ББК 22.18**

Р е д к о л л е г и я:

**С. П. Моисеева**, доктор физико-математических наук, профессор

**Е. А. Фёдорова**, кандидат физико-математических наук

**О. Д. Лизюра**

ISBN 978–5–908040–02–0

© Авторы (текст), 2025

© Томский государственный университет (оформление, дизайн), 2025

NATIONAL RESEARCH TOMSK STATE UNIVERSITY

**ABSTRACTS**  
**of the 1st International Conference**  
**QUEUEING THEORY SCHOOL (QTS-2025)**  
**2025 April, 21–26**

TOMSK  
Tomsk State  
University Publishing  
2025

UDC 519.872

LBC 22.18

I60

Queueing theory school (QTS-2025): Abstracts of the 1st International Conference (2025 April, 21–26). — Tomsk: Tomsk State University Publishing, 2025. — 78 p.

ISBN 978–5–908040–02–0

This volume presents abstracts from the 1st International Conference "Queueing theory school (QTS-2025)". The papers are devoted to new results in the following areas: stochastic modeling and simulation of telecommunication, economical and technical systems.

**UDC 519.872**

**LBC 22.18**

E d i t o r s:

**S. P. Moiseeva**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,  
Professor

**E. A. Fedorova**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

**O. D. Lizyura**

ISBN 978–5–908040–02–0

© Authors (Text), 2025

© Tomsk State University

(Publishing, Design), 2025

# ПУАССОНОВСКОЕ СВОЙСТВО МАР-ПОТОКА ДЛЯ ВЫХОДЯЩЕГО ПОТОКА СИСТЕМЫ С ДЕГРАДАЦИЕЙ СКОРОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ

В. В. Романов<sup>1</sup>, И. Л. Лапатин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## Введение

Для выходящих потоков систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов и простейшим входящим потоком есть ряд классических результатов [1, 2]. В них доказано, что если входящий поток является простейшим и времена обслуживания заявок независимы и одинаково распределены, то выходящий поток будет также простейшим. В данной работе рассматривается выходящий поток системы  $M|M_i|\infty$  [3], в котором интенсивность обслуживания зависит от числа заявок в системе  $i(t)$  в момент времени  $t$ . В этом случае интенсивность обслуживания зависит от состояния системы и меняется для всех заявок одновременно. В этом случае получается, что времена обслуживания не могут быть гарантированно независимыми, соответственно выходящий поток данной системы не удовлетворяет условиям классических результатов середины XX в.

## Описание выходящего потока в терминах МАР

Для рассматриваемой системы число заявок в системе  $i(t)$  в момент времени  $t$  является цепью Маркова. Распределение вероятностей которой  $\mathbf{r}$  было получено в работе [3].

Заметим, что события в выходящем потоке наступают только при уменьшении на единицу значения процесса  $i(t)$  (один из приборов завершил обслуживание). То есть число заявок в системе является управляющей цепью Маркова для выходящего потока. Соответственно, его можно описать в терминах МАР-потока. Для этого необходимо определить значения элементов матриц, которые определяют МАР-поток. Матрица  $\mathbf{Q}$  совпадает с матрицей интенсивностей перехода процесса  $i(t)$ . Матрица  $\mathbf{\Lambda}$  является нулевой, поскольку при сохранении значения числа занятых приборов события выходящего потока не наступают. Матрица  $\mathbf{D}$

вероятностей наступления событий при изменении состояния управляющего процесса содержит единицы под главной диагональю, а остальные элементы равны нулю, так как события в выходящем потоке наступают только при уменьшении на единицу значения процесса  $i(t)$ . Из этих матриц составляется матрица-генератор  $\mathbf{B}$ , на диагонали которой стоят элементы матрицы  $\Lambda$ , а внедиагональные элементы равны произведению соответствующих элементов матриц  $\mathbf{Q}$  и  $\mathbf{D}$ .

### Пуассоновское свойство выходящего МАР-потока

В работе [4] сформулированы условия, при которых МАР-поток является пуассоновским. Мы смогли описать наш выходящий поток в виде МАР-потока, поэтому для его параметров можем проверить выполнение этих условий. В результате получили, что для нашего выходящего потока выполняется одно из условий из статьи [4]:

$$\mathbf{rB} = \lambda \mathbf{B}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – интенсивность входящего (и выходящего) потока системы.

Соответственно, мы показали, что выходящий поток в системе с пуассоновским входящим потоком, неограниченным числом приборов и зависимостью скорости обслуживания от числа заявок в системе, является простейшим.

Данный результат обобщает классические результаты для выходящих потоков систем с неограниченным числом приборов и может применяться при анализе сетевого трафика, телекоммуникационных систем и других стохастических процессов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *D'Auria B.* M|M| $\infty$  Queue with ON-OFF Service Speeds // Journal of Mathematical Sciences. 2014. Т. 196, № 5. С. 37–42.
2. *Popov S.* On transience of M|G| $\infty$  queues // Journal of Applied Probability. 2024.
3. *Романов В. В., Лапатин И. Л.* Анализ загрузки узла при разных распределениях объема поступающих задач // Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование. М.: Колос-с, 2024. С. 237–243.
4. *Лапатин И. Л.* Исследование математических моделей выходящих потоков систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов: автореф. дис... канд. физ.-мат. наук. Томск, 2012. 15 с.