

УДК 004.942

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕГИСТРАЦИИ НА ШАХМАТНЫЙ ТУРНИР**

**Бабаскин Н.А.**, студент 4 курса  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский  
университет», г.Белгород

Научный руководитель: **Гахова Н.Н.**, к.т.н., доц.  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский  
университет», г.Белгород

**Аннотация:** В данной статье проводится имитационное моделирование системы массового обслуживания в среде GPSS с целью оценки эффективности регистрации на шахматный турнир.

**Ключевые слова:** система массового обслуживания, имитационное моделирование, оптимизация рабочих процессов, шахматы, турнир, шахматный турнир.

В современном мире, где эффективность и оптимизация бизнес-процессов становятся ключевыми аспектами успешного функционирования организаций, использование инновационных методов и технологий становится неотъемлемой частью стратегического управления. Одним из таких методов является имитационное моделирование систем массового обслуживания, которое демонстрирует свою эффективность в оптимизации и анализе сложных бизнес-процессов. В данной статье описано исследование применения имитационного моделирования для оптимизации системы регистрации участников на шахматный турнир, который используется в управлении и планировании масштабных событий [6].

Система массового обслуживания – это математическая модель, используемая для анализа процессов обслуживания, где поступающие запросы (транзакты) обслуживаются на определенном уровне производительности. СМО широко применяется для изучения и оптимизации бизнес-процессов, включая сферу обслуживания клиентов, производство, транспортировку и другие.

Регистрация на шахматный турнир была представлена в виде имитационной модели системы массового обслуживания (СМО), где участники, являясь заявками (транзактами), проходят через различные этапы обслуживания.

Имитационное моделирование представляет собой метод анализа и изучения систем путем создания модели, которая имитирует поведение реальной системы. Этот подход позволяет проводить эксперименты и анализировать влияние различных факторов на функционирование системы без реального воздействия на нее.

Транзакт представляет собой единичный элемент, который проходит через систему, ожидая обработки или обслуживания. В данном случае, участники, регистрирующиеся на шахматный турнир, рассматриваются как транзакты, представляющие собой заявки на обслуживание в системе массового обслуживания [4].

Первоначально было выполнено моделирование, предполагая, что при регистрации на шахматный турнир работает лишь один специалист, который занимается приемом заявок участников. Участники приходят каждые 3 минуты. На одного человека уходит 5 минут  $\pm 2$ , после чего участник ожидает начала открытия турнира. Всего регистрация заявки занимает 90 минут. Если новый участник встает в очередь и замечает, что в ней уже имеется 9 человек, он покидает регистрацию.

Такая система обслуживания относится к СМО с одним обслуживающим устройством, которая представляет собой один из базовых типов систем, в которых имеется только одно обслуживающее устройство [2].

Для проведения имитационного моделирования была использована система моделирования GPSSWorld. Система GPSS World – это программное обеспечение для имитационного моделирования, которое использует язык GPSS. Это мощное средство для создания и анализа моделей систем массового обслуживания и других бизнес-процессов. GPSS World обычно предоставляет графический интерфейс пользователя, что упрощает создание и визуализацию моделей, а также предоставляет средства для анализа результатов симуляции [1,5-6].

Для данной задачи была разработана имитационная модель, предназначенная для воссоздания основных аспектов процессов, связанных с регистрацией на шахматный турнир. После успешного запуска данной модели происходит формирование подробного отчета, содержащего информацию о накопленной статистике по всем объектам, участвующим в процессе моделирования.

На рисунке 1 представлен отчет, являющийся примером иллюстрации выходных данных, демонстрирующих результаты моделирования СМО регистрации на шахматный турнир.

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	SAVEVALUE	0		0	0
	2	GENERATE	44		0	0
	3	TEST	44		0	0
	4	QUEUE	30		10	0
	5	SEIZE	20		0	0
	6	DEPART	20		0	0
	7	ADVANCE	20		1	0
	8	RELEASE	19		0	0
	9	TERMINATE	19		0	0
FIN	10	TERMINATE	14		0	0
	11	GENERATE	1		0	0
	12	TERMINATE	1		0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TURN	20	0.970	4.366	1	21	0	0	0	10

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
TURN	11	10	30	1	7.917	23.751	24.570 0

Рис. 1. Результаты регистрации с одним секретарем

Таким образом, за время моделирования на регистрацию пришли 44 участника, из них 20 были обслужены, 10 человек – в очереди, а 1 человек – обслуживается. 14 участников покинули регистрацию, не дождавшись своего обслуживания. Процент выполненных обращений составил 45.455%, процент находящихся в процессе выполнения – 2.273%, процент находящихся в очередях – 22.727%, процент отказанных обращений – 29.545%. Можно сделать вывод, что почти треть участников покинула регистрацию, не дождавшись обслуживания.

На рисунке 2 представлена диаграмма, построенная на основании статистики времени пребывания обращений в очереди регистрации на шахматный турнир.

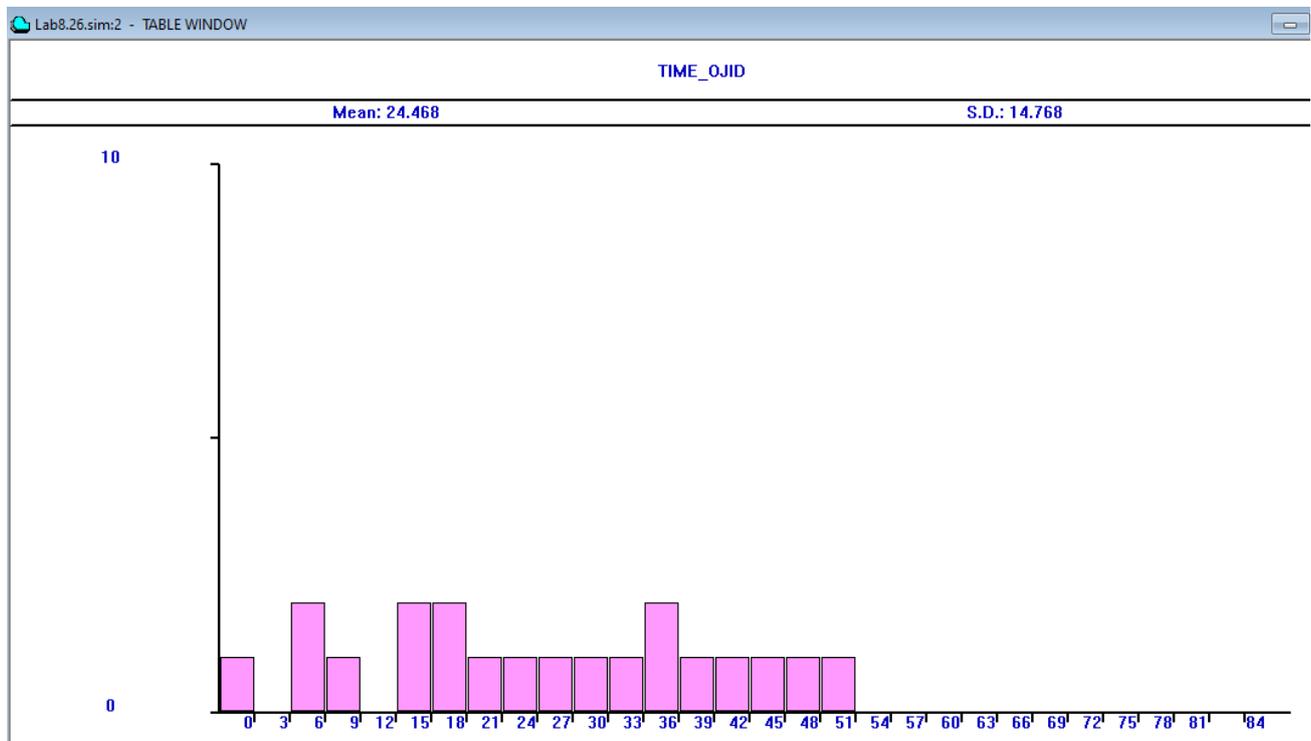


Рис. 2. – Диаграмма очереди регистрации на шахматный турнир

Таким образом, нулевое пребывание в очереди имеет 1 обращение, 3 обращения в очереди находились менее 10 минут, 9 обращений находились в очереди менее 30 минут и 8 обращений находились в очереди оставшееся время. Среднее время пребывания обращений в очереди – 24.468 минут, стандартное квадратное отклонение – 14.768 минут.

Параметры функционирования модели регистрации на шахматный турнир по результатам моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры функционирования модели

Параметр	Значение
Количество секретарей	1
Коэффициент загрузки секретарей	0.970
Максимальная длина очереди у секретарей	11
Текущая длина очереди у секретарей	10
Среднее время нахождения клиента у секретарей:	
– без учёта «нулевых» входов	23.751
– с учётом «нулевых» входов	24.570

Был сделан вывод, что из-за регистрации участников одним секретарь система работает неэффективно и необходимо добавить ещё сотрудников для более эффективной работы системы.

На рисунке 3 представлен отчет регистрации на шахматный турнир с тремя секретарями.

```

Lab8(good).14.1 - REPORT
START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000          90.000    12       0           1

NAME           VALUE
COMPET        10002.000
FIN           10.000
IN_USE        5.000
N_HUMAN      UNSPECIFIED
RANGE        3.000
REG          10001.000
TIME_OJID    10000.000

LABEL          LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
1             1   SAVEVALUE   0             0             0
2             2   GENERATE   44            0             0
3             3   TEST       44            0             0
4             4   QUEUE      44            0             0
5             5   ENTER      44            0             0
6             6   DEPART     44            0             0
7             7   ADVANCE    44            2             0
8             8   LEAVE      42            0             0
9             9   TERMINATE  42            0             0
FIN          10   TERMINATE  0             0             0
11           11   GENERATE   1             0             0
12           12   TERMINATE  1             0             0

QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE. CONT. AVE. TIME  AVE. (-0) RETRY
REG            1     0     44     33     0.078     0.159     0.636     0

STORAGE       CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE. C. UTIL.  RETRY DELAY
COMPET        3     1     0     3     44     1     2.365  0.788     0     0

TABLE         MEAN  STD. DEV.  RANGE  RETRY FREQUENCY CUM. %
TIME_OJID     0.159  0.372    -      0         33     75.00
              0.000  -      3.000    11     100.00
    
```

Рис. 3. – Диаграмма очереди регистрации с тремя секретарями

Таким образом, после добавления двух секретарей, регистрацию посетило 44 участника, количество обслуженных людей составило 42 и ещё двое обслуживаются [7].

Параметры функционирования улучшенной модели регистрации на шахматный турнир по результатам моделирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры функционирования улучшенной модели

Параметр	Значение
Количество секретарей	3
Коэффициент загрузки секретарей	0.788
Максимальная длина очереди у секретарей	1
Текущая длина очереди у секретарей	0
Среднее время нахождения клиента у секретарей:	
– без учёта «нулевых» входов	0.159
– с учётом «нулевых» входов	0.636

На рисунке 4 представлена диаграмма, построенная на основании статистики времени пребывания обращений в очереди регистрации на шахматный турнир с тремя секретарями.

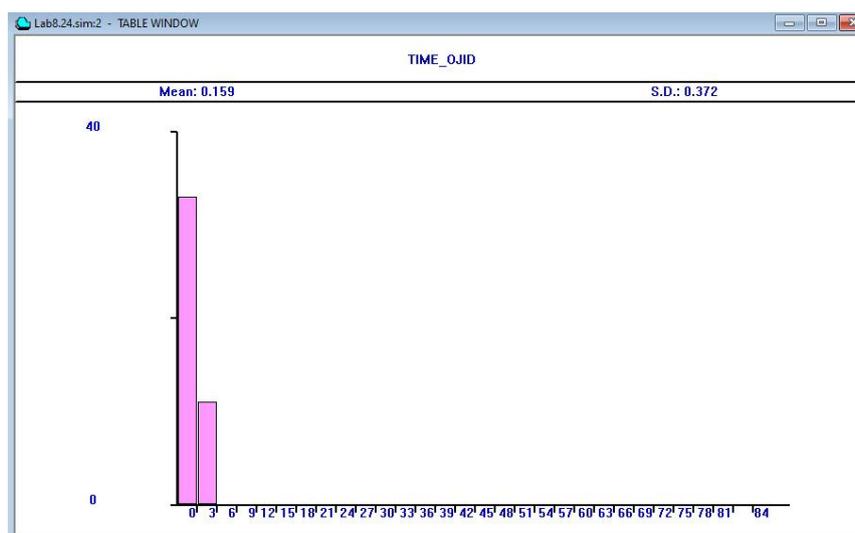


Рис. 4. – Диаграмма очереди регистрации с тремя секретарями

Таким образом, нулевое пребывание в очереди имеет 33 обращения и 11 обращений находились в очереди менее 3 минут. Среднее время пребывания обращений в очереди – 0.159 минут, стандартное квадратное отклонение – 0.372 минут.

После проведения анализа данных об эффективности улучшенной модели регистрации на шахматный турнир было выявлено, что большинство участников в системе массового обслуживания успешно получают необходимое обслуживание. Этот вывод подтверждается высоким процентом успешно завершенных обращений, который составил 75%.

Исходя из низкого процента участников, находящихся в процессе ожидания и в очередях, можно сделать вывод, что большинство участников не испытывают необходимости ждать обслуживания, и система эффективно справляется с большим потоком обращений. Это также свидетельствует о том, что в системе массового обслуживания нет значительных задержек.

Подводя итог вышесказанному, добавление двух секретарей ускорило работу регистрации на шахматный турнир. Однако стоит отметить, что при добавлении двух новых сотрудников вырастут и затраты на проведение соревнований, так как их надо оплачивать, что может повлечь за собой финансовые трудности, а вследствие и увеличение денежных взносов на турнир, что в свою очередь уменьшит число участников в нем.

## **Литература**

1. Грибанова, Е. Б., Имитационное моделирование экономических процессов. Практикум в Excel: учебное пособие / Е. Б. Грибанова, И. Н. Логвин. — Москва: КноРус, 2022. — 227 с. — ISBN 978-5-406-08812-8. — URL: <https://book.ru/book/941144> (дата обращения: 25.12.2023). — Текст: электронный.
2. Кораблев, Ю. А., Имитационное моделирование: учебник / Ю. А. Кораблев. — Москва: КноРус, 2020. — 145 с. — ISBN 978-5-406-07785-6. —

URL: <https://book.ru/book/933531> (дата обращения: 25.12.2023). — Текст: электронный.

3. Кораблев, Ю. А., Имитационное моделирование. Практикум: учебное пособие / Ю. А. Кораблев. — Москва: КноРус, 2021. — 153 с. — ISBN 978-5-406-02673-1. — URL: <https://book.ru/book/936268> (дата обращения: 25.12.2023). — Текст: электронный.

4. Плескунов, М.А. Теория массового обслуживания: учебное пособие [Текст] / М.А. Плескунов; М-во науки и высшего образования РФ, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. — 264 с.

5. Справочное руководство по GPSS WORLD. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6180876> (дата обращения на сайт: 24.12.2023).

6. Чаленко В.Н. Методика проведения шахматных соревнований для детей [Текст] / В.Н. Чаленко; Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования детско-юношеская спортивная школа № 7 – Краснодар, 2020. — 20 с.

7. GPSS WORLD основы имитационного моделирования на живых примерах. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/192044> (дата обращения на сайт: 24.12.2023).