

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ / COMPUTER MODELING AND DESIGN AUTOMATION**

DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5>

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАГАЗИНА ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ**

Научная статья

**Дорохов В.С.<sup>1,\*</sup>, Гахова Н.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0009-0007-3997-0935;

<sup>1,2</sup>Белгородский государственный университет, Белгород, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (vitay3941[at]yandex.ru)

**Аннотация**

В данной статье проводится имитационное моделирование системы массового обслуживания (СМО) в среде GPSS (General Purpose Simulation System) с целью оценки эффективности и загруженности сотрудников в магазине электроники. Модель включает в себя три типа специалистов: консультанта по технике, продавца-консультанта в отделе гаджетов и менеджера по обслуживанию.

Используя вероятностные распределения и временные характеристики обслуживания, проводится моделирование рабочего дня сотрудников магазина электроники. Основное внимание уделяется загруженности специалистов и общей эффективности системы обслуживания клиентов. Дополнительно рассматривается движение клиентов (транзактов) в системе и их влияние на общий поток обслуживания.

Результаты моделирования предоставляют детальное описание о том, как система функционирует в течение 8-часового рабочего дня. Анализ данных позволяет определить оптимальное количество сотрудников каждого типа, обеспечивая эффективное обслуживание клиентов и предотвращая избыточные задержки. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации бизнес-процессов и повышения уровня обслуживания в магазине электроники.

**Ключевые слова:** система массового обслуживания, имитационное моделирование, оптимизация рабочих процессов, модель магазина электроники, оптимизация бизнес-процессов.

**SIMULATION MODELLING OF MASS SERVICE SYSTEM OF ELECTRONICS STORE FOR OPTIMIZATION OF BUSINESS PROCESSES OF AN ENTERPRISE**

Research article

**Dorokhov V.S.<sup>1,\*</sup>, Gakhova N.N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0009-0007-3997-0935;

<sup>1,2</sup>Belgorod State University, Belgorod, Russian Federation

\* Corresponding author (vitay3941[at]yandex.ru)

**Abstract**

In this article, a simulation modelling of a mass service system (MSS) in the GPSS (General Purpose Simulation System) environment is carried out in order to evaluate the efficiency and workload of employees in an electronics shop. The model includes three types of specialists: a technology consultant, a sales assistant in the gadgets department and a service manager.

Using probability distributions and temporal characteristics of service, the working day of employees of an electronics shop is modelled. The main attention is paid to the workload of specialists and the overall efficiency of the customer service system. Additionally, the movement of customers (transactions) in the system and their impact on the overall service flow are examined.

The results of the simulation provide a detailed description of how the system functions during an 8-hour working day. By analysing the data, the optimal number of employees of each type can be determined, ensuring efficient customer service and preventing excessive delays. The results can be used to optimize business processes and improve service levels in an electronics shop.

**Keywords:** mass service system, simulation modelling, workflow optimization, electronics shop model, business process optimization.

**Введение**

В современном мире, где электроника стала неотъемлемой частью повседневной жизни, эффективное обслуживание в магазинах по ее продаже играет ключевую роль в удовлетворении потребностей и ожиданий покупателей. Оптимизация работы персонала и обеспечение высокого уровня обслуживания становятся важными задачами для бизнеса в этой области [1].

Магазин электроники может быть представлен в виде имитационной модели системы массового обслуживания (СМО), где покупатели, являясь заявками (транзактами), проходят через различные этапы обслуживания.

Система массового обслуживания (СМО) представляет собой математическую модель или структуру, используемую для анализа и исследования процессов обслуживания клиентов в условиях массового потока транзактов [2, С. 5].

Имитационное моделирование представляет собой метод, используемый для анализа и оценки поведения системы на основе ее математического или компьютерного представления. В данном контексте модель магазина электроники была создана с учетом различных факторов, таких как поток клиентов, уровень запасов товаров, временные задержки и другие сценарии, характерные для реальной деятельности подобных предприятий [3, С. 5].

Транзакт – единичное событие или операция, которую необходимо обработать в системе. В более общем смысле транзакт может представлять собой любой элементарный процесс, требующий выполнения определенных шагов или операций. Транзакты используются для представления и симуляции конкретных событий или операций в рамках имитационной модели [4, С. 23].

В магазине электроники функционируют три категории специалистов: консультант по технике, продавец-консультант в отделе гаджетов и менеджер по обслуживанию. Покупатели регулярно появляются в магазине каждые 10 минут и сначала обращаются к специалисту на стойку информации. В этом отделе их обслуживают в течение  $5 \pm 1$  мин., после чего покупатели отправляются к разным продавцам со следующими вероятностями: 25% – к продавцу-консультанту по гаджетам, 25% – к консультанту по технике и 50% – к менеджеру по обслуживанию. После консультанта по гаджетам и консультанта по технике все покупатели покидают магазин электроники. После менеджера по обслуживанию магазин электроники покидают только 40% покупателей, 10% из них направляются к стойке информации с последующим возвращением к менеджеру по обслуживанию. Остальные 90% клиентов направляются к продавцу-консультанту по гаджетам и консультанту по технике в соотношении 65:35.

Если новый посетитель встает в очередь и замечает, что в ней уже имеется 3 человека, он покидает магазин электроники. Продавец-консультант по гаджетам обслуживает покупателя в течение  $13 \pm 5$  мин., консультант по технике –  $10 \pm 5$  мин., менеджер по обслуживанию –  $8 \pm 5$  мин.

### Методы и принципы исследования

При анализе работы бизнес-процессов розничного магазина электроники «ТехноСфера» модель системы была классифицирована, как система массового обслуживания с отказами [5].

Система массового обслуживания с отказами (СМО с отказами) представляет собой тип обслуживающей системы, в которой клиенты, поступившие на обслуживание, могут ожидать своей очереди некоторое время в случае, если все обслуживающие устройства заняты. В данном типе математических моделей существует возможность отказа от обслуживания заявок. Например, когда все обслуживающие специалисты заняты, и новые заявки не могут быть обслужены [6].

Для оптимизации структуры системы массового обслуживания (СМО) в контексте магазина электроники была использована система моделирования GPSS World. Решение данной задачи направлено на повышение эффективности функционирования магазина путем адаптации и оптимизации параметров СМО с использованием инструментария GPSS.

GPSS предоставляет язык программирования и среду выполнения для пошагового моделирования дискретных систем. Она используется для исследования и анализа производственных, бизнес- и инженерных процессов. Системы массового обслуживания, такие как очереди в магазинах, банках или транспортные сети, могут быть моделированы с использованием GPSS для оптимизации их эффективности [7, С. 5].

### Основные результаты

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

В данном контексте, фрагмент отчета, представленный на рисунке 1, является иллюстративным примером выходных данных, демонстрирующих результаты моделирования СМО магазина электроники.

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
DESKQUEUE	1	1	58	46	0.055	0.451	2.182	0
GADGETCONSULTANT_I	3	0	23	11	0.238	4.976	9.537	0
TECHNOLOGYCONSULTANT_I	3	0	40	9	0.628	7.537	9.725	0
SERVICEMANAGER_I	3	3	34	1	2.303	32.514	33.499	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
GADGETCONSULTANT	1	1	0	1	23	1	0.592	0.592	0	0
TECHNOLOGYCONSULTANT	1	1	0	1	40	1	0.814	0.814	0	0
SERVICEMANAGER	1	0	0	1	31	1	0.927	0.927	0	3
INFORMATIONDESK	1	0	0	1	57	1	0.577	0.577	0	1

Рисунок 1 - Результаты моделирования с исходными данными

DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.1>

За время моделирования в систему магазина электроники посетило 48 клиентов, из них 13 были обслужены, 1 клиент – в очереди у стойки информации, 3 клиента – в очереди у менеджера по обслуживанию. Менеджер по обслуживанию и сотрудник у стойки информации обслуживают 2 клиента в момент завершения моделирования. 29 клиентов покинуло магазин электроники, не дождавшись своего обслуживания. Процент выполненных обращений составил 27.083%, процент находящихся в процессе выполнения – 4.167%, процент находящихся в очередях – 8.333%, процент отказанных обращений – 60.417%.

В системах моделирования, таких как GPSS, запасы могут играть ключевую роль, особенно при моделировании процессов, связанных с производством, торговлей или обработкой заказов. Меню «Storages Window» обеспечивает визуализацию и мониторинг данных об уровне запасов, их изменениях, а также различных событиях, связанных с управлением запасами [8].

В меню «Storages Window» была получена информация о загрузке специалистов (консультант по технике, продавец-консультант в отделе гаджетов и менеджер по обслуживанию) в магазине-электроники. Данные о загрузке специалистов магазина электроники представлены на рисунке 2.

Storage	Utilization	Delay Ch...	Capacity	Storage In U...	Min In Use	Max In Use	Entry Co...	Available	Retry Ch...
GADGETC...	0.592	0	1	0	0	1	23	+	0
TECHNOL...	0.814	0	1	0	0	1	40	+	0
SERVICE...	0.927	32	1	1	0	1	31	+	0
INFORMA...	0.577	1	1	1	0	1	57	+	0

Рисунок 2 - Данные о загрузке специалистов магазина электроники  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.2>

В ходе проведения имитационного моделирования системы массового обслуживания в магазине электроники получены неудовлетворительные данные о текущей структуре персонала, сфокусированной на обработке поступающих клиентов (транзактов). В данный момент заняты все сотрудники магазина электроники.

С целью выявления узких мест в операционных блоках системы массового обслуживания был проведен детальный анализ движения транзактов.

На рисунках 3 и 4 представлено движение транзактов в магазине электроники.

Loc	Block Type	Current C...	Entry Co...	Retry Ch...	Line Nu...	Include-...
1 GEN	GENERATE	0	48	0	2	0
2 QUE	QUEUE	1	48	0	11	0
3 ENT	ENTER	0	47	0	12	0
4 DEP	DEPART	0	47	0	13	0
5 ADV	ADVANCE	0	47	0	14	0
6 LEA	LEAVE	0	47	0	15	0
7 TRA	TRANSFER	0	47	0	17	0
8 TRA	TRANSFER	0	24	0	18	0
TOGA...	QUEUE	0	23	0	20	0
10 ENT	ENTER	0	23	0	21	0
11 DEP	DEPART	0	23	0	22	0
12 ADV	ADVANCE	0	23	0	23	0
13 LEA	LEAVE	0	23	0	24	0
14 TRA	TRANSFER	0	23	0	25	0
TOTE...	QUEUE	0	40	0	27	0
16 ENT	ENTER	0	40	0	28	0
17 DEP	DEPART	0	40	0	29	0
18 ADV	ADVANCE	0	40	0	30	0
19 LEA	LEAVE	0	40	0	31	0
20 TRA	TRANSFER	0	40	0	32	0

Рисунок 3 - Движение транзактов в магазине электроники  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.3>

Модель для индивидуального задания №1.185.sim:3 - BLOCK ENTITIES

Location  Find Continue Halt Step Place Remove

Loc	Block Type	Current C...	Entry Co...	Retry Ch...	Line Nu...	Include...
TOSE...	QUEUE	32	63	0	34	0
22 ENT	ENTER	0	31	0	35	0
23 DEP	DEPART	0	31	0	36	0
24 ADV	ADVANCE	1	31	0	37	0
25 LEA	LEAVE	0	30	0	38	0
26 TRA	TRANSFER	0	30	0	39	0
INFO...	TRANSFER	0	14	0	40	0
GADG...	TRANSFER	0	16	0	41	0
TOINF...	QUEUE	0	10	0	43	0
30 ENT	ENTER	0	10	0	44	0
31 DEP	DEPART	0	10	0	45	0
32 ADV	ADVANCE	1	10	0	46	0
33 LEA	LEAVE	0	9	0	47	0
34 TRA	TRANSFER	0	9	0	48	0
TOEXIT	TERMINATE	0	13	0	50	0
36 GEN	GENERATE	0	1	0	52	0
37 TER	TERMINATE	0	1	0	53	0

Рисунок 4 - Движение транзактов в магазине электроники  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.4>

Гистограмма, построенная на основании статистики времени пребывания обращений в очереди у стойки информации представлена на рисунке 5.

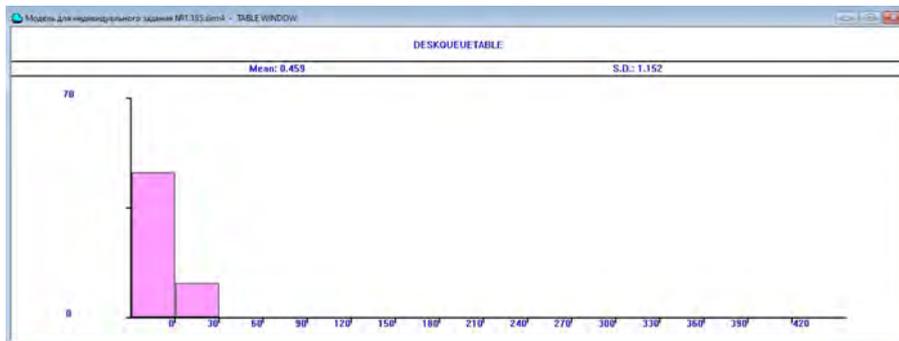


Рисунок 5 - Гистограмма для очереди у стойки информации  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.5>

Нулевое время пребывания в очереди у стойки информации имеют 46 обращений, 11 обращений находились в очереди менее 30 минут. Среднее время пребывания обращений в очереди – 0.459 мин., ср. кв. отклонение – 1.152 мин.

Гистограмма, построенная на основании статистики времени пребывания обращений в очереди у консультанта по гаджетам, представлена на рисунке 6.

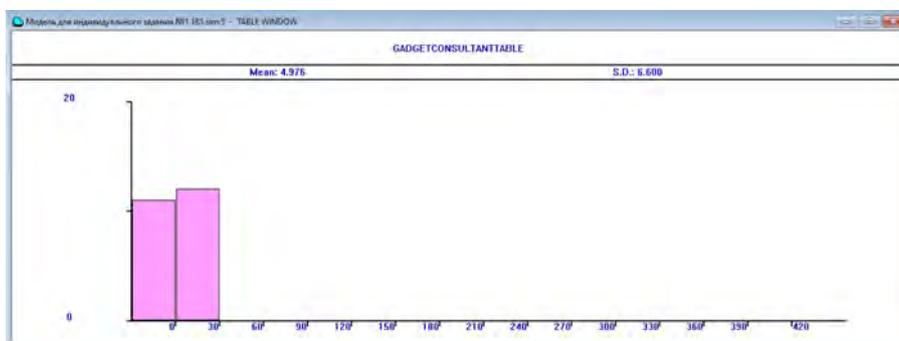


Рисунок 6 - Гистограмма для очереди у консультанта по гаджетам  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.6>

Нулевое время пребывания в очереди у консультанта по гаджетам имеют 11 обращений, 12 обращений находились в очереди менее 30 минут. Среднее время пребывания обращений в очереди – 4.976 мин., ср. кв. отклонение – 6.600 мин.

Гистограмма, построенная на основании статистики времени пребывания обращений в очереди у консультанта по технике, представлена на рисунке 7.



Рисунок 7 - Гистограмма для очереди у консультанта по технике  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.7>

Нулевое время пребывания в очереди у консультанта по технике имеют 9 обращений, 31 обращение находилось в очереди менее 30 минут. Среднее время пребывания обращений в очереди – 7.637 мин., ср. кв. отклонение – 6.678 мин.

Гистограмма, построенная на основании статистики времени пребывания обращений в очереди у менеджера по обслуживанию, представлена на рисунке 8.

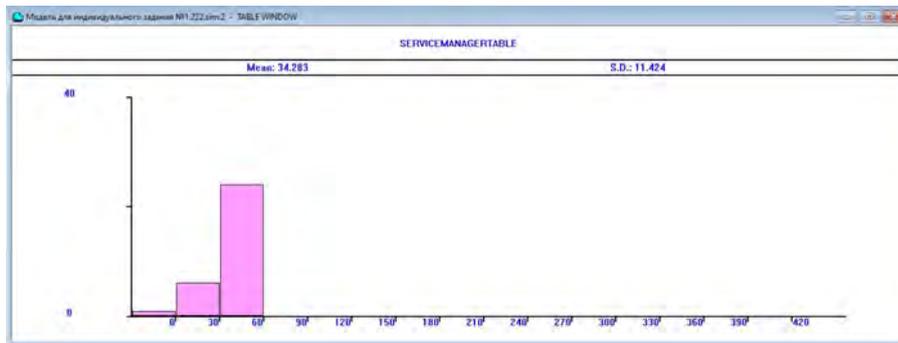


Рисунок 8 - Гистограмма для очереди у менеджера по обслуживанию  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.8>

Нулевое время пребывания в очереди у менеджера по обслуживанию имеют 1 обращение, 6 обращений находились в очереди менее 30 минут, 24 обращения находились в очереди менее 1 часа. Среднее время пребывания обращений в очереди – 34.283 мин., ср. кв. отклонение – 11.424 мин.

Таблицы QTABLE содержат систематизированные числовые данные, подлежащие статистическому анализу. Они предоставляют информацию о частоте встречаемости различных значений в выборке, что является важным этапом в исследовательском процессе. Анализ этих данных позволяет выявить закономерности, тренды и аномалии, что является основой для построения дальнейших выводов и формулирования научных гипотез [9].

Фрагмент отчета с содержимым таблиц QTABLE, на основе которых были построены гистограммы, представлен на рисунке 9.

TABLE	MEAN	STD. DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM. %
DESKQUEUE	0.459	1.152	-	0	46	80.70
GADGETCONSULTANT	4.976	6.600	0.000 - 30.000	0	11	100.00
TECHNOLOGYCONSULTANT	7.537	6.278	0.000 - 30.000	0	11	47.83
			0.000 - 30.000	0	12	100.00
SERVICEMANAGER	34.283	11.424	0.000 - 30.000	0	9	22.50
			0.000 - 30.000	0	31	100.00
			30.000 - 60.000	0	1	3.23
			0.000 - 30.000	0	6	22.58
			30.000 - 60.000	0	24	100.00

Рисунок 9 - Фрагмент отчета с таблицами QTABLE  
DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.9>

Параметры функционирования модели магазине электроники по результатам моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры функционирования модели

DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.10>

Параметр	Значение	
Количество сотрудников у стойки информации	1	
Количество продавцов-консультантов по гаджетам	1	
Количество консультантов по технике	1	
Количество менеджеров по обслуживанию	1	
Коэффициент загрузки сотрудников у стойки информации	0,577	
Коэффициент загрузки продавцов-консультантов по гаджетам	0,592	
Коэффициент загрузки консультантов по технике	0,814	
Коэффициент загрузки менеджеров по обслуживанию	0,927	
Максимальная длина очереди у стойки информации	1	
Максимальная длина очереди у продавцов-консультантов по гаджетам	3	
Максимальная длина очереди у консультантов по технике	3	
Максимальная длина очереди у менеджеров по обслуживанию	3	
Средняя длина очереди у стойки информации	0,055	
Средняя длина очереди у продавцов-консультантов по гаджетам	0,238	
Средняя длина очереди у консультантов по технике	0,628	
Средняя длина очереди у менеджеров по обслуживанию	2,303	
Текущая длина очереди у стойки информации	1	
Текущая длина очереди у продавцов-консультантов по гаджетам	0	
Текущая длина очереди у консультантов по технике	3	
Текущая длина очереди у менеджеров по обслуживанию	3	
Среднее время нахождения клиента у стойки информации	без учёта «нулевых» входов	0,451
	с учётом «нулевых» входов	2,182
Среднее время нахождения клиента у продавцов-консультантов по гаджетам	без учёта «нулевых» входов	4,976
	с учётом «нулевых» входов	9,537
Среднее время нахождения клиента у консультантов по технике	без учёта «нулевых» входов	7,537
	с учётом «нулевых» входов	9,725
Среднее время нахождения клиента у менеджеров по обслуживанию	без учёта «нулевых» входов	32,514
	с учётом «нулевых» входов	33,499

Коэффициент использования изменяется в пределах от 57% до 92%. Наблюдаемые данные демонстрируют, что имеющееся количество сотрудников (консультанта по технике, продавца-консультанта в отделе гаджетов и менеджера по обслуживанию) не справляется с объемом клиентского потока, что, в свою очередь, приводит к образованию очередей и ухудшению качества обслуживания.

В результате данного анализа стало очевидным, что неэффективность системы преимущественно обусловлена неспособностью менеджера по обслуживанию эффективно управлять и обрабатывать поступающие транзакты, особенно в контексте организации и обслуживания очередей.

Негативное воздействие данного фактора на операционные процессы выражается в увеличении времени обслуживания клиентов, ухудшении их удовлетворенности и формировании нежелательных очередей. Данный вывод подчеркивает важность реформирования структуры персонала, в частности, обеспечение менеджера по обслуживанию соответствующими инструментами и навыками для эффективного управления клиентским потоком и обеспечения качественного обслуживания.

Ввиду вышеупомянутых проблем качество обслуживания в области менеджмента по обслуживанию снижается, что может оказывать отрицательное воздействие на уровень удовлетворенности клиентов. В связи с этим имеется необходимость в проведении оптимизации системы массового обслуживания для обеспечения качественного обслуживания в магазине электроники.

Оптимизация систем массового обслуживания представляет собой процесс формирования наилучших параметров и характеристик данной системы с целью максимизации её эффективности и производительности. Основной задачей оптимизации СМО является достижение баланса между различными параметрами системы, такими как время обслуживания, пропускная способность, уровень загруженности ресурсов и другие [10].

Для оптимизации функционирования системы массового обслуживания и повышения ее эффективности необходимо внести коррективы в кадровую политику, а именно увеличить количество сотрудников каждого типа специалистов. Конкретно, предлагается увеличить штат консультантов по технике до 2, продавцов-консультантов в отделе гаджетов до 2 и менеджеров по обслуживанию до 3. Результат отладки улучшенной имитационной модели магазина электроники представлена на рисунке 10.

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
DESKQUEUE	3	0	80	26	0.512	3.072	4.552	0
GADGETCONSULTANT_I	1	0	24	24	0.000	0.000	0.000	0
TECHNOLOGYCONSULTANT_I	3	0	56	35	0.236	2.019	5.383	0
SERVICEMANAGER_I	2	1	74	44	0.255	1.655	4.082	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE. C.	UTIL.	RETRY	DELAY
GADGETCONSULTANT	2	2	0	2	24	1	0.637	0.318	0	0
TECHNOLOGYCONSULTANT	2	1	0	2	56	1	1.262	0.631	0	0
SERVICEMANAGER	3	0	0	3	73	1	2.252	0.751	0	1
INFORMATIONDESK	1	0	0	1	80	1	0.803	0.803	0	0

Рисунок 10 - Результаты моделирования улучшенной системы

DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.11>

За время моделирования в систему магазина электроники посетило 48 клиентов, из них 42 были обслужены, 1 клиент – в очереди у менеджера по обслуживанию, 3 клиента – в очереди у консультанта по технике. Менеджеры по обслуживанию обслуживают 3 клиентов, консультант по технике обслуживает 1 клиента, и сотрудник у стойки информации обслуживает 1 клиента в момент завершения моделирования. Процент выполненных обращений составил 87.500%, процент находящихся в процессе выполнения – 10,417%, процент находящихся в очередях – 2,083%, процент отказанных обращений – 0%.

Параметры функционирования улучшенной модели магазина электроники по результатам моделирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Параметры функционирования улучшенной модели

DOI: <https://doi.org/10.18454/itech.2024.1.5.12>

Параметр	Значение
Количество сотрудников у стойки информации	1
Количество продавцов-консультантов по гаджетам	2
Количество консультантов по технике	2
Количество менеджеров по обслуживанию	3
Коэффициент загрузки сотрудников у стойки информации	0,803
Коэффициент загрузки продавцов-консультантов по гаджетам	0,318
Коэффициент загрузки консультантов по технике	0,631
Коэффициент загрузки менеджеров по обслуживанию	0,751
Максимальная длина очереди у стойки информации	3
Максимальная длина очереди у продавцов-консультантов по гаджетам	1
Максимальная длина очереди у консультантов по технике	3
Максимальная длина очереди у менеджеров по обслуживанию	2
Средняя длина очереди у стойки информации	0,512
Средняя длина очереди у продавцов-консультантов по гаджетам	0,000
Средняя длина очереди у консультантов по технике	0,236
Средняя длина очереди у менеджеров по обслуживанию	0,255
Текущая длина очереди у стойки информации	0
Текущая длина очереди у продавцов-консультантов по гаджетам	0
Текущая длина очереди у консультантов по технике	0
Текущая длина очереди у менеджеров по обслуживанию	1
Среднее время нахождения	без учёта «нулевых» входов
	3,072

клиента у стойки информации	с учётом «нулевых» входов	4,552
Среднее время нахождения клиента у продавцов-консультантов по гаджетам	без учёта «нулевых» входов	0,000
	с учётом «нулевых» входов	0,000
Среднее время нахождения клиента у консультантов по технике	без учёта «нулевых» входов	2,019
	с учётом «нулевых» входов	5,383
Среднее время нахождения клиента у менеджеров по обслуживанию	без учёта «нулевых» входов	1,655
	с учётом «нулевых» входов	4,082

### Заключение

В итоге проведенного анализа данных по эффективности работы улучшенной модели магазина электроники выявлено, что большинство клиентов системы массового обслуживания успешно обслуживается. Данный вывод подтвержден высоким процентом выполненных обращений, достигшим уровня 87.5%.

На основе низкого процента находящихся в процессе выполнения и в очередях можно прийти к выводу, что большинство клиентов не ожидают обслуживания и система работает с высокой пропускной способностью. В связи с чем в системе массового обслуживания не возникает больших очередей.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что система массового обслуживания в магазине электроники оперативно и эффективно функционирует, с учетом отсутствия значительных очередей. Оптимизация производственных процессов в магазине электроники является успешной, что создает благоприятные условия для устойчивого функционирования и обеспечивает высокий стандарт обслуживания клиентов. Полученные результаты подчеркивают успешность внедренных улучшений, что важно для обеспечения качественного обслуживания и удовлетворения потребностей клиентов в современном розничном секторе.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Необходимость цифровой электроники в современном мире. — URL: <https://mvtom.ru/neobhodimost-czifrovoj-elektroniki-v-sovremennom-mire.html> (дата обращения: 25.09.2023).
2. Плескунов М.А. Теория массового обслуживания / М.А. Плескунов. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. — 264 с.
3. Эльберг М.С. Имитационное моделирование: учебное пособие / М.С. Эльберг, Н.С. Цыганкова. — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. — 128 с.
4. Васильев А.И. Имитационное моделирование информационных и вычислительных систем с использованием GPSS / А.И. Васильев. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004. — 97 с.
5. Системы и сети массового обслуживания. Основные понятия и приемы моделирования для СМО. — URL: <https://clck.ru/36oYJ3> (дата обращения: 25.09.2023).
6. Официальный сайт магазина электроники «ТехноСфера». — URL: <https://t-sfera.com> (дата обращения: 25.09.2023).
7. Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные системы GPSS World / В.Д. Боев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 368 с.
8. Графические окна GPSS World. — URL: <https://textarchive.ru/c-2440935-p25.html> (дата обращения: 26.09.2023).
9. Блок TABLE: определение и использование таблиц. — URL: <https://clck.ru/374Dta> (дата обращения: 26.09.2023).
10. Оптимизация параметров СМО. — URL: <https://clck.ru/36pGVK> (дата обращения: 26.09.2023).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Neobhodimost' cifrovoj jelektroniki v sovremennom mire [The Need for Digital Electronics in Today's World]. — URL: <https://mvtom.ru/neobhodimost-czifrovoj-elektroniki-v-sovremennom-mire.html> (accessed: 25.09.2023). [in Russian]
2. Pleskunov M.A. Teorija massovogo obsluzhivaniya [Mass Service Theory] / M.A. Pleskunov. — Yekaterinburg: Publishing House of Ural University, 2022. — 264 p. [in Russian]
3. Jel'berg M.S. Imitacionnoe modelirovanie: uchebnoe posobie [Simulation Modelling: textbook] / M.S. Jel'berg, N.S. Cygankova. — Krasnoyarsk: Krasnoyarsk: Siberian Federal University., 2017. — 128 p. [in Russian]

4. Vasil'ev A.I. Imitacionnoe modelirovanie informacionnyh i vychislitel'nyh sistem s ispol'zovaniem GPSS [Simulation Modelling of Information and Computing Systems Using GPSS] / A.I. Vasil'ev. — Vladivostok: Vladivostok: FEFTU Publishing House, 2004. — 97 p. [in Russian]
5. Sistemy i seti massovogo obsluzhivaniya. Osnovnye ponjatija i priemy modelirovaniya dlja SMO [Mass Service Systems and Networks. Basic Concepts and Modelling Techniques for LSMs]. — URL: <https://clck.ru/36oYJ3> (accessed: 25.09.2023). [in Russian]
6. Oficial'nyj sajt magazina jelektroniki «TehnoSfera» [Official site of the electronics shop "TechnoSphere"]. — URL: <https://t-sfera.com> (accessed: 25.09.2023). [in Russian]
7. Boev V.D. Modelirovanie sistem. Instrumental'nye sistemy GPSS World [Systems Modelling. Instrumental Systems GPSS World] / V.D. Boev. — SPb.: BHV-Petesrburg, 2004. — 368 p. [in Russian]
8. Graficheskie okna GPSS World [GPSS World graphical windows]. — URL: <https://textarchive.ru/c-2440935-p25.html> (accessed: 26.09.2023). [in Russian]
9. Blok TABLE: opredelenie i ispol'zovanie tablic [TABLE block: defining and using tables]. — URL: <https://clck.ru/374Dta> (accessed: 26.09.2023). [in Russian]
10. Optimizacija parametrov SMO [Optimization of QS parameters]. — URL: <https://clck.ru/36pGVK> (accessed: 26.09.2023). [in Russian]