

*Кузьминов И. А., студент*

*Научный руководитель: Гахова Н. Н., доцент*

*Белгородский государственный национальный исследовательский*

*университет*

*Российская Федерация, г. Белгород*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТДЕЛА ПРОДАЖ СРЕДСТВАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Аннотация: В статье рассматривается применение имитационного моделирования для анализа и оптимизации работы отдела продаж в условиях 12-часового рабочего дня. Построена GPSS-модель, отражающая поток клиентских заявок, распределение между тремя менеджерами и последующее оформление сделок единственным специалистом. Смоделированы базовый сценарий и два варианта улучшения: увеличение числа специалистов и перераспределение потоков между менеджерами. Получены количественные показатели загрузки персонала, длины очередей и времени ожидания. Основной акцент сделан на выявлении «бутылочных горлышек» и формулировании практических рекомендаций по повышению эффективности обслуживания.

Ключевые слова: имитационное моделирование, GPSS, отдел продаж, загрузка персонала, очередь, оптимизация бизнес-процессов.

Kuzminov Ilya Aleksandrovich, student 4 courses,  
Evaluation of sales department performance using simulation modeling

Abstract: The article examines the application of simulation modeling to analyze and optimize the operation of a sales department during a 12-hour working day. A GPSS model was developed to reflect the flow of customer requests, their distribution among three managers, and subsequent deal processing by a single specialist. The baseline scenario and two improvement alternatives were simulated: increasing the number of specialists and rebalancing request routing among

managers. Quantitative metrics were obtained for staff utilization, queue lengths, and waiting times. The main focus is placed on identifying system bottlenecks and formulating practical recommendations to improve service efficiency.

Keywords: simulation modeling, GPSS, sales department, staff utilization, queue, business process optimization.

Современные отделы продаж работают в условиях высокой неопределённости входного потока заявок и ограниченных ресурсов персонала. Нерациональное распределение нагрузки между сотрудниками приводит к образованию очередей, увеличению времени обслуживания клиентов и снижению качества сервиса.[1,2] В таких условиях актуальной задачей является анализ и оптимизация процессов обслуживания на основе формальных методов.

Имитационное моделирование позволяет воспроизвести работу реальной системы, учесть вероятностные характеристики процессов и оценить влияние различных управленческих решений без вмешательства в реальную деятельность предприятия.[3] Одним из распространённых инструментов имитационного моделирования дискретных систем является среда GPSS World, широко применяемая для анализа систем массового обслуживания.[4,5]

Целью данной работы является оценка эффективности работы отдела продаж и анализ возможных сценариев оптимизации с использованием имитационного моделирования в GPSS World.

Была разработана модель в GPSS World, которая имитирует работу отдела продаж, в котором заняты три менеджера и один специалист по оформлению сделок. Базовый сценарий предполагает, что заявки поступают в среднем каждые  $15 \pm 5$  минут. Распределение между менеджерами осуществляется с вероятностями 0,3 / 0,4 / 0,3. Время консультации – 10, 12 и 15 минут соответственно. После оформления документов (7 минут) половина клиентов завершает взаимодействие, остальные возвращаются на повторную консультацию.

Моделирование проводилось в течение 720 минут (12-часовой рабочий день). На основе полученных данных были сформулированы два варианта улучшения:

- вариант 1: увеличение числа специалистов по оформлению сделок с одного до двух;
- вариант 2: перераспределение вероятностей направления заявок на менеджеров до 0,2 / 0,4 / 0,4 для снижения нагрузки на первого менеджера.

Результаты моделирования представлены в таблице 1.

Параметр	Базовый	Сценарий 1	Сценарий 2
Количество специалистов	1	2	1
Вероятности направления заявок	0.3/0.4/0.3	0.3/0.4/ 0.3	0.2/0.4/0.4
Среднее время ожидания в Q MGR1 (мин)	24.27	24.27	15.64
Среднее время ожидания в Q SPEC (мин)	13.26	7.0	13.26
Среднее время обслуживания одной заявки (мин)	52.4	43.7	48.1
Количество завершённых заявок	32	36	32
Коэффициент загрузки SPEC (%)	83.7%	70.1%	83.7%
Коэффициент загрузки MGR1 (%)	80.7%	80.7%	74,3%

Проведение анализа показало, что ключевым узким местом базовой конфигурации является специалист по оформлению, чья загрузка достигает 83,7%, что вызывает накопление очереди и увеличение циклической нагрузки (16 повторных обращений из 48 заявок). Хотя первый менеджер также перегружен (80,7%), проблема специалиста оказывает более значимое влияние на общую производительность системы, поскольку через него проходят все заявки без исключения.

Сценарий 1 позволил сократить среднее время ожидания у специалиста на 47%, увеличить количество завершённых заявок на 12,5% и снизить число повторных обращений. Загрузка специалистов при этом осталась на уровне 70,1%, что обеспечивает резерв мощности при пиковых нагрузках.

Сценарий 2 уменьшил нагрузку на MGR1 (ожидание снизилось до 15,64 минут), однако не оказал существенного влияния на общую пропускную способность системы, так как ограничивающим фактором оставался этап оформления.

Визуализация результатов в виде гистограмм времени ожидания в очереди к первому менеджеру подтверждает выводы о динамике изменения нагрузки. На рисунке 1 представлена гистограмма для базового сценария, где виден выраженный «хвост» распределения: значительное количество заявок ждут более 20 минут, а некоторые — даже более 36 минут, что свидетельствует о нестабильности процесса и высоком риске длительных задержек для клиентов.

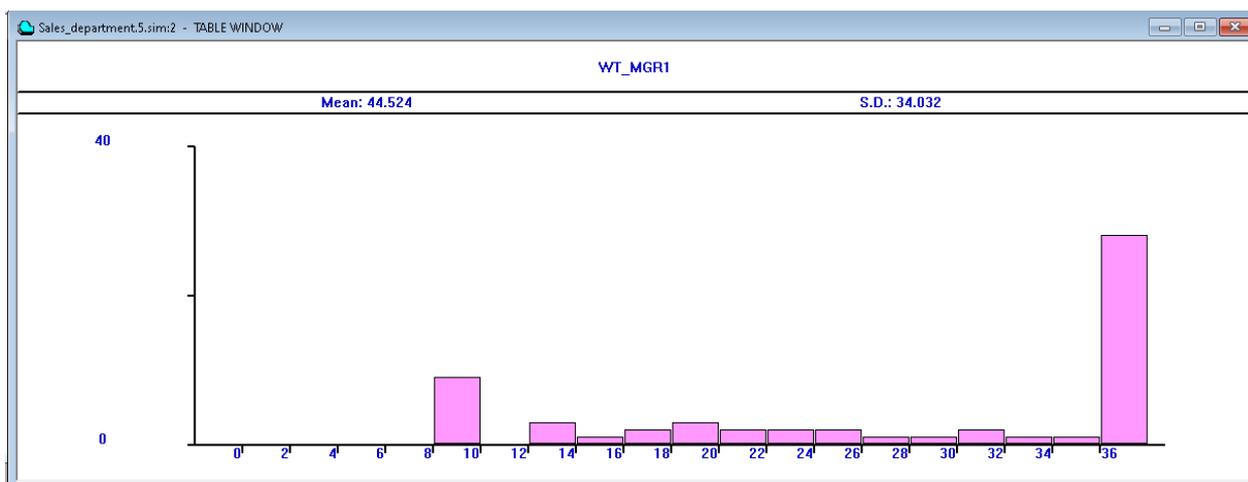


Рисунок 1 – Гистограмма времени ожидания в очереди к 1-ому менеджеру (Базовый сценарий)

На рисунке 2 показана гистограмма для Сценария 1. Как видно, изменение числа специалистов не затрагивает напрямую загрузку MGR1, поэтому форма и параметры распределения (среднее значение 24,875 мин, стандартное отклонение 15,342) остаются близкими к базовому сценарию, что согласуется с данными таблицы 1.

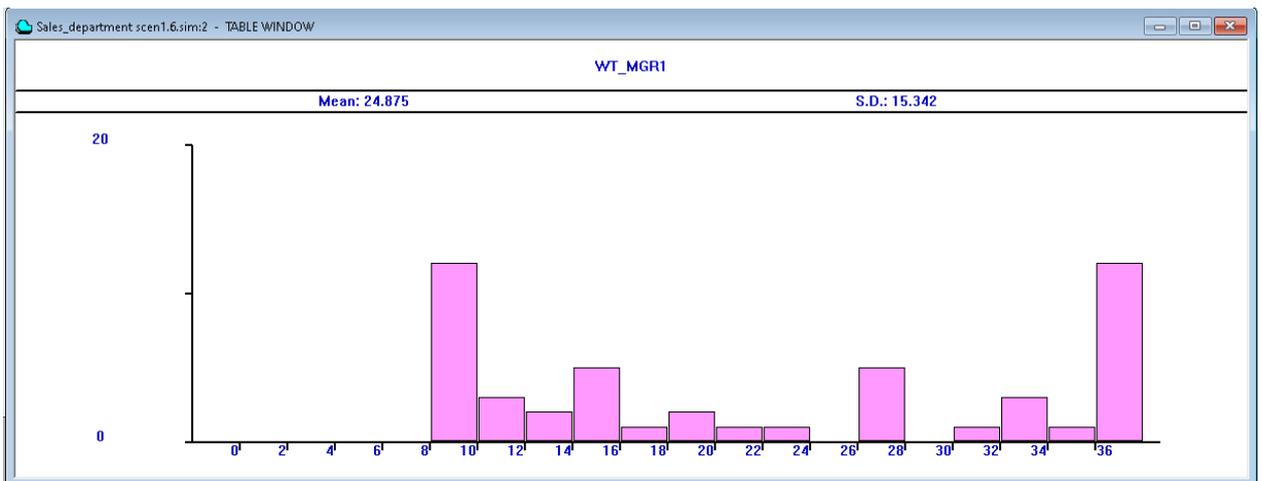


Рисунок 2 – Гистограмма времени ожидания в очереди к 1-ому менеджеру (сценарий 1)

На рисунке 3 представлена гистограмма для Сценария 2. Здесь наблюдается заметное смещение распределения влево: среднее время ожидания снизилось до 29,841 мин, а пик частоты сместился в область меньших значений (около 10-12 минут). Это наглядно демонстрирует эффект перераспределения потока заявок, который успешно снижает нагрузку на первого менеджера, хотя и не решает основную проблему всей системы.

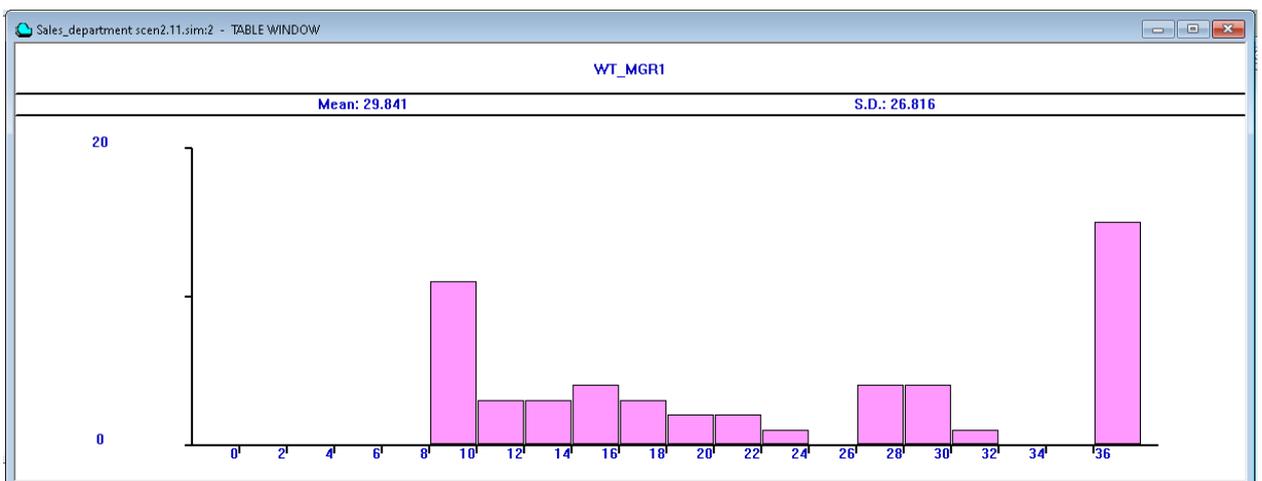


Рисунок 7 – Гистограмма времени ожидания в очереди к первому менеджеру (Сценарий 2)

Проведённое имитационное моделирование позволило сделать обоснованный вывод о выборе оптимальной конфигурации отдела продаж для заданных условий: базовая конфигурация является неэффективной из-за

критической загрузки единственного специалиста по оформлению, что является главным «бутылочным горлышком» системы. Наиболее результативным решением является Сценарий 1 — увеличение числа специалистов до двух, так как он не только снижает среднее время ожидания у специалиста на 47%, но и повышает общую производительность системы на 12,5% (с 32 до 36 завершённых заявок), уменьшает повторные обращения и обеспечивает рациональную загрузку ресурсов (70,1%). В то же время перераспределение потоков между менеджерами (Сценарий 2) лишь частично устраняет дисбаланс и не влияет на главный ограничивающий фактор — пропускную способность этапа оформления, что делает его менее приоритетным для внедрения.

#### Использованные источники

1. Казакова М. А. Имитационное моделирование в GPSS: учебно-методическое пособие. — М.: Издательство МЭИ, 2020. — 112 с.
2. Гребенев Е. В. Имитационное моделирование процессов разработки ПО. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.xn----8sbemprclwd3bmt.xn--p1ai/article/1488> (дата обращения 12.12.2025)
3. Кобзарь А. И., Морозов В. В. Моделирование систем массового обслуживания в GPSS World. — СПб.: Лань, 2021. — 256 с.
4. Имитационное моделирование. [Электронный ресурс]. URL: [https://polyakov.imamod.ru/arc/stud/mmca/lecture\\_06.pdf](https://polyakov.imamod.ru/arc/stud/mmca/lecture_06.pdf) (дата обращения 13.12.2025)
5. Polyakov I. V. Lecture Notes on Discrete-Event Simulation. [Электронный ресурс]. — URL: [https://polyakov.imamod.ru/arc/stud/mmca/lecture\\_06.pdf](https://polyakov.imamod.ru/arc/stud/mmca/lecture_06.pdf) (дата обращения 13.12.2025)