

Югорский государственный университет  
Институт цифровой экономики

Отчёт по проекту А

На тему «Модель обслуживания клиентов в отделении банка»

Выполнил:

Аббазов Валерьян Ринатович

Группа: 11916\1

г. Ханты-Мансийск

2022 г.

## Оглавление

Введение .....	3
2. Концептуальная модель реального процесса .....	4
3. Формализация .....	5
4. Компьютерная модель .....	7
5. Эксперименты .....	9
Заключение: .....	18
Список использованных источников .....	19

## **Введение**

Банковская сфера является одним из основных элементов экономики любой страны. Изучение и оптимизация их деятельности — это важный и актуальный вид деятельности. Одним из методов для этого является имитационное моделирование.

Имитационное моделирование — метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему (построенная модель описывает процессы так, как они проходили бы в действительности), с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.

Является мощным инструментом исследования сложных бизнес-процессов и систем и позволяет решать трудно формализуемые задачи в условиях неопределенности. Поэтому данный метод позволяет совершенствовать системы поддержки принятия решений, улучшая тем самым экономические показатели организаций, уменьшая риск от реализации решений и экономя средства для достижения той или иной цели.

## 2. Концептуальная модель реального процесса

Клиенты посещают банковское отделение, чтобы воспользоваться банкоматом или услугами банковских клерков.

Часть банковских операций клиенты совершают с помощью банкомата, а более сложные операции – с помощью сотрудников банка (клерки). В случае, когда банкомат, либо клерки заняты, клиент встаёт в очередь.

Со временем, в обслуживании были замечены проблемы, например, чрезмерно большие очереди, продолжительное время нахождения клиентов в офисе, снижение общего числа обслуженных клиентов, и отказы в обслуживании.

Цель моделирования: оценка эффективности работы банковского офиса

Для оценки эффективности определим следующие задачи:

1. Оценить пропускную способность отделения
2. Оценить распределение времени клиента в системе и времени ожидания клиента в очереди
3. Оценить процент отказов

Будем считать процент отказов целевым критерием для оценки эффективности.

### 3. Формализация

Время между появлениями клиентов, а также время обслуживания банкоматом/клерком в отделении будем считать случайной величиной. Очередь к банкомату и клеркам будет иметь ограниченную вместимость. Структурно модель будет иметь следующий вид:

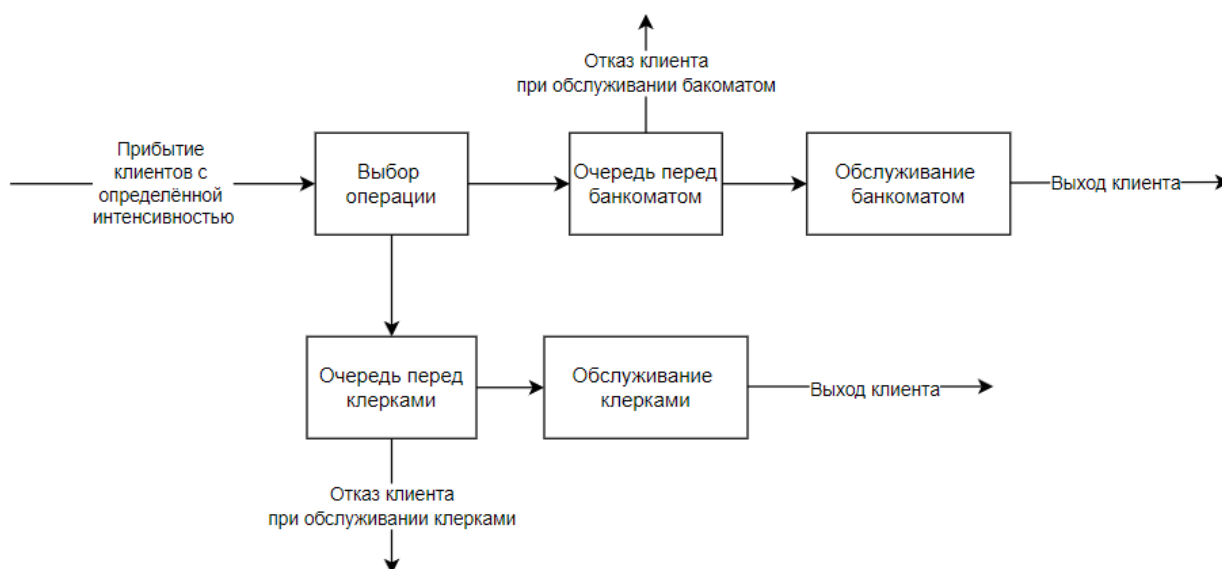


Рис. 1 — структурно-функциональная схема

Модель имеет следующие входные данные:

Обозначение	Название
X <sub>1</sub>	Интенсивность прибытия
X <sub>2</sub>	Вероятность выбора услуги
X <sub>3</sub>	Вместимость очереди банкомата
X <sub>4</sub>	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом
X <sub>5</sub>	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом
X <sub>6</sub>	Мода треугольного распределения для обслуживания банкоматом
X <sub>7</sub>	Вместимость очереди у кассиров
X <sub>8</sub>	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами
X <sub>9</sub>	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами

$x_{10}$	Мода треугольного распределения для обслуживания кассирами
$x_{11}$	Количество кассиров

Табл. 1 — входные данные эксперимента

Выходные данные включают следующие пункты:

Обозначение	Название
$y_1$	Средняя пропускная способность за 1 день
$y_2$	Статистика времени клиента в системе
$y_3$	Количество отказов в обслуживании банкоматом
$y_4$	Вероятность обработки банкоматом
$y_5$	Среднее время обработки банкоматом
$y_6$	Средняя длина очереди к банкомату
$y_7$	Коэффициент занятости АТМ
$y_8$	Статистика времени ожидания клиента в очереди
$y_9$	Количество отказов в обслуживании кассирами
$y_{10}$	Вероятность обработки кассиром
$y_{11}$	Среднее время обработки 1 заявки кассиром
$y_{12}$	Средняя длина очереди к кассирам
$y_{13}$	Коэффициент занятости клерков

Табл. 2 — выходные данные эксперимента

## 4. Компьютерная модель

Компьютерная модель построена в среде AnyLogic. Модель имеет следующий вид:

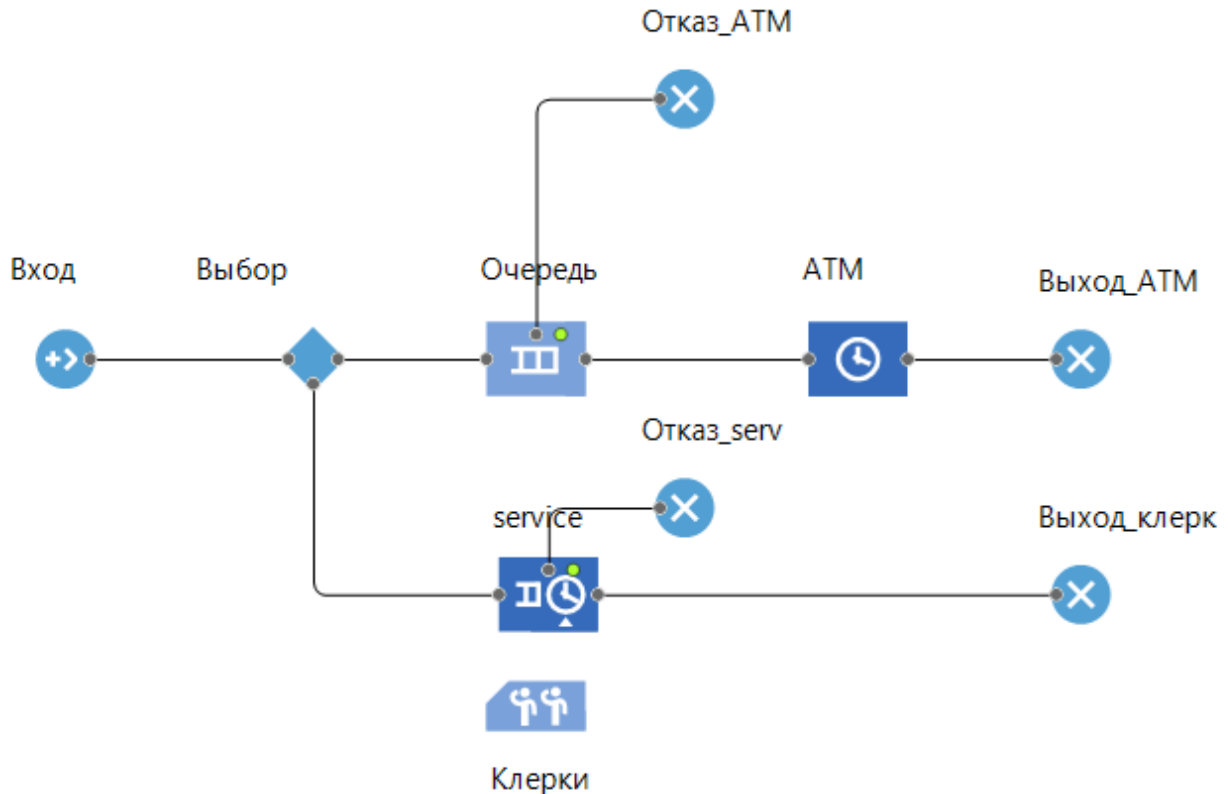


Рис. 2 — Модель обслуживания клиентов в отделении банка

Поток посетителей формируется в блоке Вход (Source). Блок создаёт агентов, используется в качестве начальной точки потока агентов. После этого агенты попадают в блок Выбор (SelectOutput), который направляет входящих агентов в один из двух выходных портов в зависимости от выполнения заданного условия.

Часть клиентов направляется к банкомату и попадает в блок Очередь (Queue), который моделирует очередь агентов, ожидающих приема объектами. (Очередь имеет ограниченную вместимость, в случае переполнения, вытесненные клиенты попадут в блок Отказ\_ATM (Sink), который уничтожает поступивших агентов, используется в качестве конечной точки потока агентов.) После чего, клиенты попадают в блок ATM (Delay), который задерживает

агентов на заданный период времени, это имитирует работу банкомата. После чего клиенты покидают систему через блок Выход\_ATM (Sink).

Другая часть клиентов направляется к клеркам и попадает в блок service, который захватывает для агента (клерка) заданное количество ресурсов, задерживает их, а затем освобождает захваченные им ресурсы, это позволяет эмулировать работу клерков с клиентами. (В случае если очередь будет переполнена, часть клиентов будет вытеснена в блок Отказ\_serv (Sink), после чего они покинут систему). После чего клиенты покидают систему через блок Выход\_клерк (Sink).



## 5. Эксперименты

### 5.1 Эксперимент 1

Задачи:

- 1.Подсчитать значения выходных данных  $Y=(y_1, \dots, y_{13})$ .
- 2.Построить гистограммы для отображения распределений времён ожидания клиента и пребывания клиента в системе.

Данные эксперимента, согласно варианту 1:

Обозначение	Название	Значение
x <sub>1</sub>	Интенсивность прибытия	3
x <sub>2</sub>	Вероятность выбора услуги	50/50
x <sub>3</sub>	Вместимость очереди банкомата	11
x <sub>4</sub>	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом	3
x <sub>5</sub>	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом	7
x <sub>6</sub>	Мода треугольного распределения для обслуживания банкоматом	5
x <sub>7</sub>	Вместимость очереди у кассиров	10
x <sub>8</sub>	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами	4
x <sub>9</sub>	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами	8
x <sub>10</sub>	Мода треугольного распределения для обслуживания кассирами	6
x <sub>11</sub>	Количество кассиров	4

Результаты эксперимента:

Обозначение	Название	Значение
y <sub>1</sub>	Средняя пропускная способность за неделю день	3465 (рис. 3)
y <sub>2</sub>	Статистика времени клиента в системе	Мин: 4 Среднее: 29 Макс: 68 (рис. 4)
y <sub>3</sub>	Количество отказов в обслуживании банкоматом	5273 (рис. 5)
y <sub>4</sub>	Вероятность обработки банкоматом	0.132 (рис. 5)
y <sub>5</sub>	Среднее время обработки банкоматом	5 (рис. 6)

y <sub>6</sub>	Средняя длина очереди к банкомату	11 (рис. 7)
y <sub>7</sub>	Коэффициент занятости АТМ	1 (рис 8.)
y <sub>8</sub>	Статистика времени ожидания клиента в очереди	Мин: 0 Среднее: 54 Макс: 62 (рис. 9)
y <sub>9</sub>	Количество отказов в обслуживании кассирами	3296 (рис. 10)
y <sub>10</sub>	Вероятность обработки кассиром	0.447 (рис. 10)
y <sub>11</sub>	Среднее время обработки 1 заявки кассиром	1.5 (рис. 11)
y <sub>12</sub>	Средняя длина очереди к кассирам	10 (рис. 12)

Пропускная способность:



Рис. 3

Статистика времени клиента в системе:

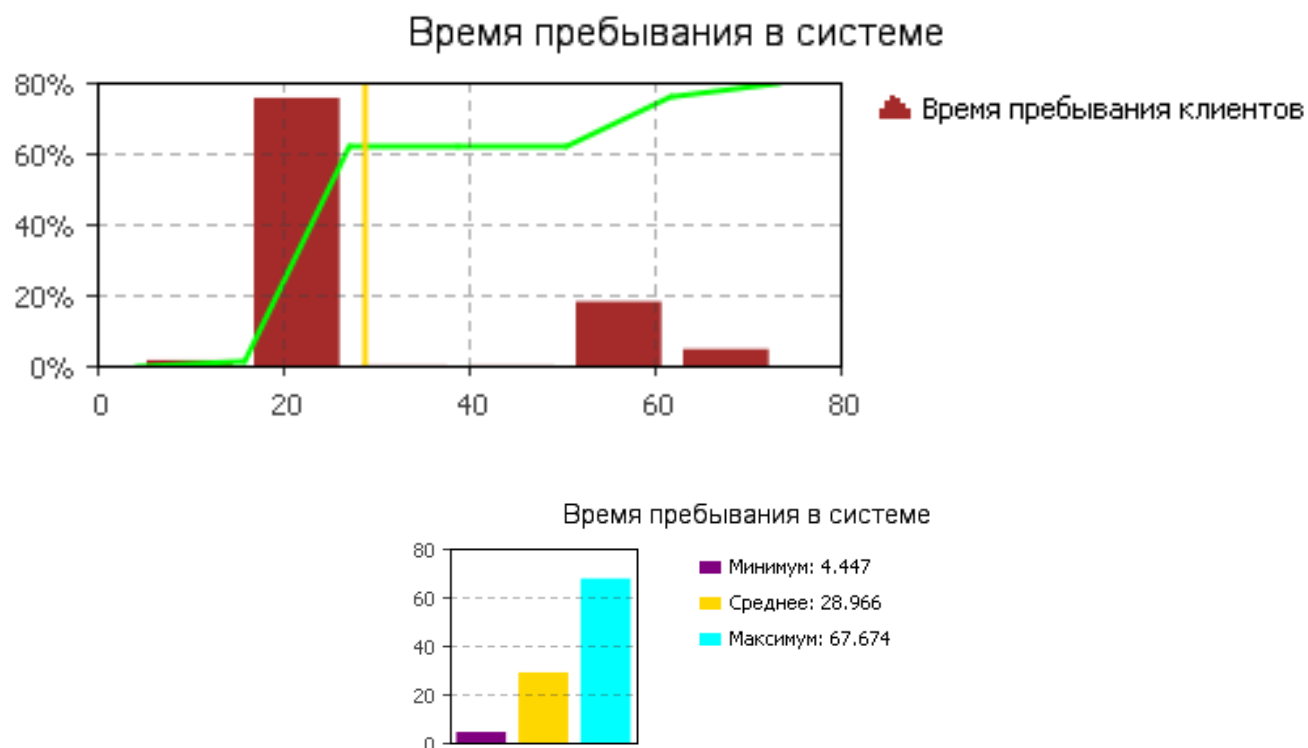


Рис. 4

Работа банкомата:

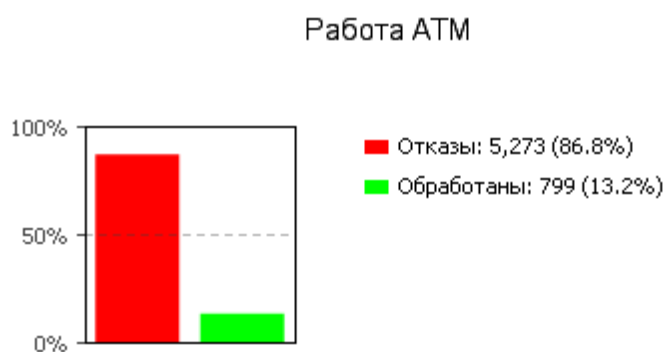


Рис. 5

Среднее время обработки банкоматом (на 1 клиента):

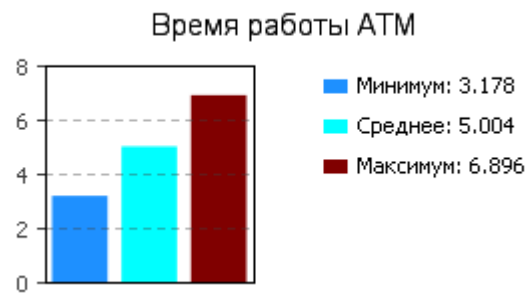


Рис. 6

Средняя длина очереди к банкомату:

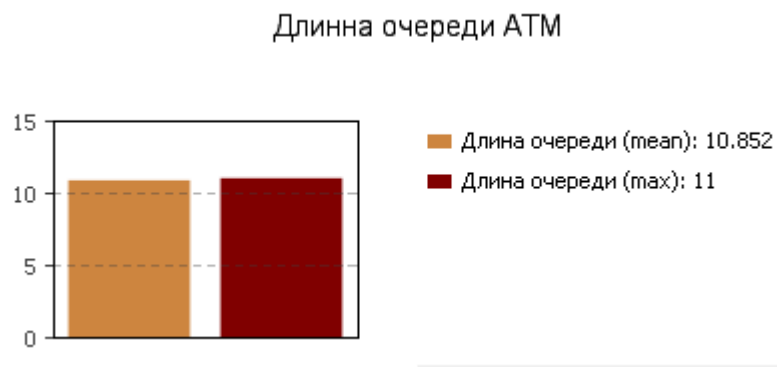


Рис. 7

Коэффициент занятости АТМ:

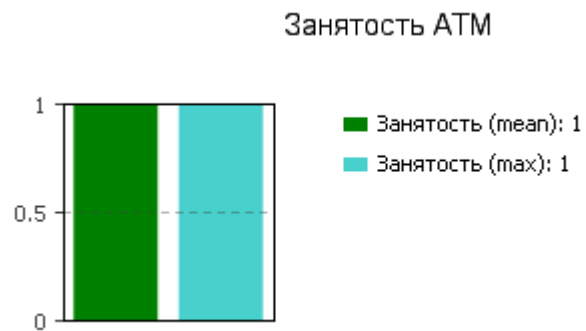


Рис. 8

Статистика времени ожидания клиента в очереди:

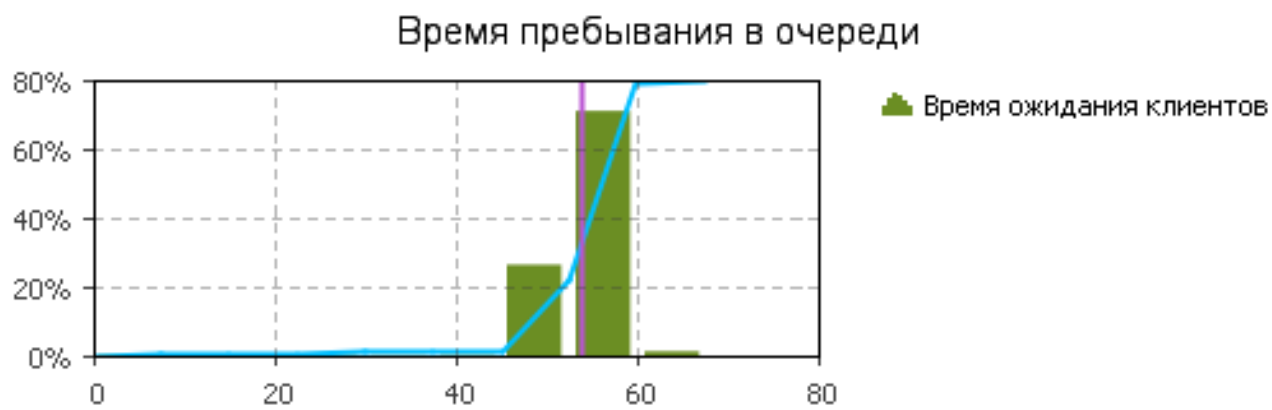


Рис. 9

Работа кассиров:



Рис. 10

Среднее время обработки 1 заявки кассиром:

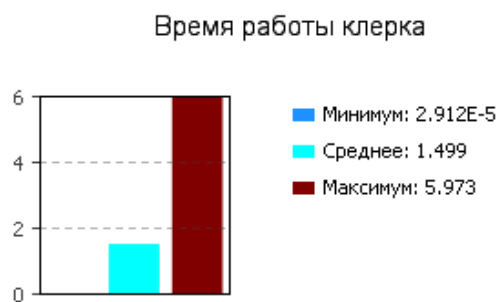


Рис. 11

Средняя длина очереди к кассирам:

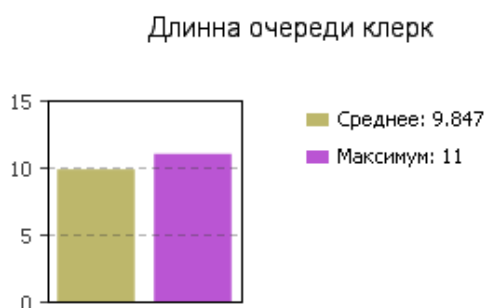


Рис. 12

**Вывод:** исходя из количества отказов, можно судить о неэффективной работе банка, в особенности той его части, в которой находится АТМ. С целью повышения эффективности можно заменить АТМ, на другой с более удобным интерфейсом и большей скоростью работы, чтобы клиенты проводили меньше времени за ним, а следовательно, можно было обслужить больше людей. Также возможно дополнительное обучение кассиров, чтобы они могли быстрее проводить работу. Также можно увеличить кол-во кассиров и банкоматов.

## 5.2 Эксперимент 2

Исследовать зависимость выходной переменной  $y_3$  (количество отказов в обслуживании банкоматом) от входной переменной  $x_1$ . Переменная  $x_1$  изменяется от  $a$  до  $b$  с шагом  $h$  (используется запись  $[a:b:h]$ ).

Задачи:

Построить график зависимости выходной переменной  $y_3$  от изменения входной переменной  $x_1$ .

Данные эксперимента, согласно варианту 1:

Обозначение	Название	Значение
$x_1$	Интенсивность прибытия	$[1:5:0.5]$
$x_2$	Вероятность выбора услуги	30/70
$x_3$	Вместимость очереди банкомата	7
$x_4$	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом	2
$x_5$	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом	6
$x_6$	Мода треугольного распределения для обслуживания банкоматом	4
$x_7$	Вместимость очереди у кассиров	8
$x_8$	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами	3
$x_9$	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами	7
$x_{10}$	Мода треугольного распределения для обслуживания кассирами	5
$x_{11}$	Количество кассиров	2

Результат:

<b>X:</b>	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
<b>Y:</b>	208	750	1364	1954	2579	3240	3726	4493	5012

График зависимости:

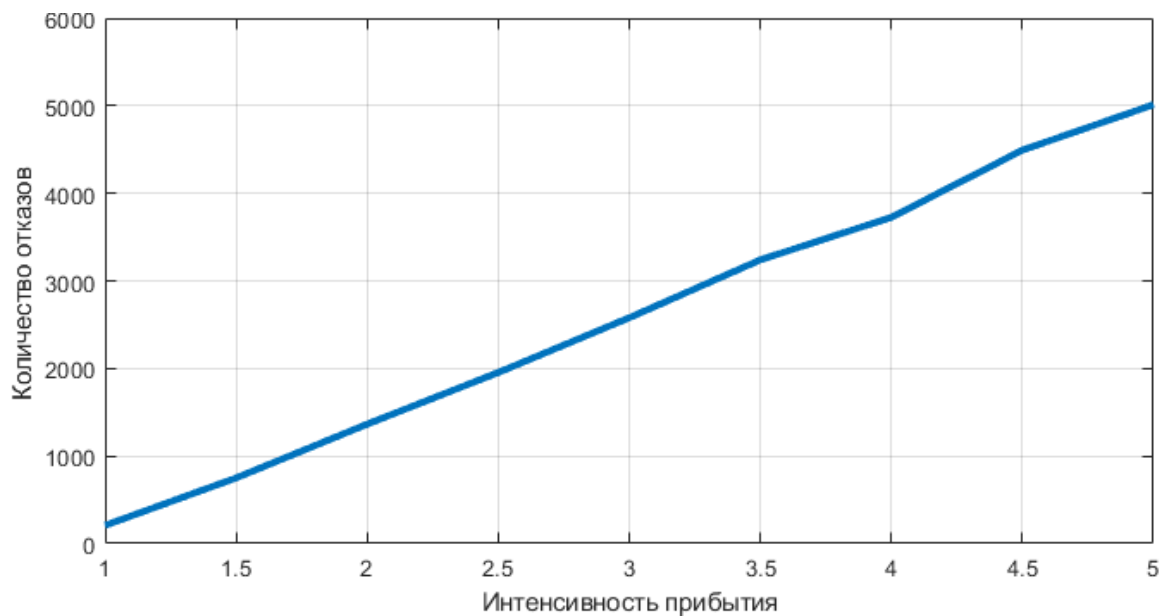


Рис. 13 — зависимость кол-ва отказов от интенсивности прибытия

**Вывод:** количество отказов в обслуживании банкоматом имеет прямую зависимость от интенсивности прибытия клиентов, чем больше клиентов, тем больше отказов.



### 5.3 Эксперимент 3

Рассчитать минимальное количество кассиров ( $x_{11}$ ), при котором общий процент отказов не превысит 20%.

Данные эксперимента, согласно варианту 1:

Обозначение	Название	Значение
$x_1$	Интенсивность прибытия	2
$x_2$	Вероятность выбора услуги	50/50
$x_3$	Вместимость очереди банкомата	7
$x_4$	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом	2
$x_5$	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания банкоматом	6
$x_6$	Мода треугольного распределения для обслуживания банкоматом	4
$x_7$	Вместимость очереди у кассиров	12
$x_8$	Нижний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами	3
$x_9$	Верхний предел треугольного распределения для обслуживания кассирами	7
$x_{10}$	Мода треугольного распределения для обслуживания кассирами	5
$x_{11}$	Количество кассиров	?

Результат:

$x_{11}$ :	1	2	3	4 (проводилось несколько прогонов)	5
% отказов:	79.5	60	38.7	18.3, 18, 20, 18.3, 19.8, 18.6, 18.7, <b>21.2</b>	3.4, 1.8, 5, 4.9, 4.5 В среднем: 3,92

**Вывод:** процент отказов не превысит 20% при 5 кассирах.

## **Заключение:**

Проведена оценка эффективности работы банковского офиса.

В связи с большим процентом отказов, можно судить о неэффективной работе банка, в особенности той его части, в которой находится АТМ.

С целью повышения эффективности можно заменить АТМ, на другой с более удобным интерфейсом и большей скоростью работы, чтобы клиенты проводили меньше времени за ним, а следовательно, можно было обслужить больше людей. Также возможно дополнительное обучение кассиров, чтобы они могли быстрее проводить работу. Также можно увеличить кол-во кассиров и банкоматов.

## **Список использованных источников**

1. <https://eluniver.ugrasu.ru/course/view.php?id=1689>
2. <https://help.anylogic.ru/index.jsp?nav=%2F0>
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное\\_моделирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование)