

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 14

дисциплина: *Моделирование информационных процессов*

Студент: Доре Стевенсон Эдгар

Группа: НКНбд-01-19

МОСКВА

2022 г.

Постановка задачи

1. Модель оформления заказов клиентов одним оператором.

В интернет-магазине заказы принимает один оператор. Интервалы поступления заказов распределены равномерно с интервалом 15 ± 4 мин. Время оформления заказа также распределено равномерно на интервале 10 ± 2 мин. Обработка поступивших заказов происходит в порядке очереди (FIFO). Требуется разработать модель обработки заказов в течение 8 часов.

2. Построение гистограммы распределения заявок в очереди.

Построить гистограмму распределения заявок, ожидающих обработки в очереди в примере из предыдущего упражнения.

3. Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине.

В интернет-магазин к одному оператору поступают два типа заявок от клиентов — обычный заказ и заказ с оформлением дополнительного пакета услуг. Заявки первого типа поступают каждые 15 ± 4 мин. Заявки второго типа — каждые 30 ± 8 мин. Оператор обрабатывает заявки по принципу FIFO («первым пришел — первым обслужился»). Время, затраченное на оформление обычного заказа, составляет 10 ± 2 мин, а на оформление дополнительного пакета услуг — 5 ± 2 мин. Требуется разработать модель обработки заказов в течение 8 часов, обеспечив сбор данных об очереди заявок от клиентов.

4. Модель оформления заказов несколькими операторами

В интернет-магазине заказы принимают 4 оператора. Интервалы поступления заказов распределены равномерно с интервалом 5 ± 2 мин. Время оформления заказа каждым оператором также распределено равномерно на интервале 10 ± 2 мин. Обработка поступивших заказов происходит в порядке очереди (FIFO). Требуется определить характеристики очереди заявок на оформление заказов при условии, что заявка может обрабатываться одним из 4-х операторов в течение восьмичасового рабочего дня.

Выполнение работы

1. Модель оформления заказов клиентов одним оператором.

Построил в GPSS World модель, листинг которой представлен ниже.

Листинг:

```
;operator
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
RELEASE operator
TERMINATE 0

;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

Получил отчет:

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

Saturday, March 25, 2023 12:23:57

| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| 0.000 | 480.000 | 9 | 1 | 0 |

| NAME | VALUE |
|------------|-----------|
| OPERATOR | 10001.000 |
| OPERATOR_Q | 10000.000 |

| LABEL | LOC | BLOCK TYPE | ENTRY COUNT | CURRENT COUNT | RETRY |
|-------|-----|------------|-------------|---------------|-------|
| | 1 | GENERATE | 32 | 0 | 0 |
| | 2 | QUEUE | 32 | 0 | 0 |
| | 3 | SEIZE | 32 | 0 | 0 |
| | 4 | DEPART | 32 | 0 | 0 |
| | 5 | ADVANCE | 32 | 1 | 0 |
| | 6 | RELEASE | 31 | 0 | 0 |
| | 7 | TERMINATE | 31 | 0 | 0 |
| | 8 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
| | 9 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|
| DELAY | | | | | | | | |
| OPERATOR | 32 | 0.639 | 9.589 | 1 | 33 | 0 | 0 | 0 |

| QUEUE | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY (0) | AVE.CONT. | AVE.TIME | AVE. (-0) |
|------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|----------|-----------|
| RETRY | | | | | | | |
| OPERATOR_Q | 1 | 0 | 32 | 31 | 0.001 | 0.021 | 0.671 |

| FEC | XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
|-----|----|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| 33 | 0 | | 489.786 | 33 | 5 | 6 | | |
| 34 | 0 | | 496.081 | 34 | 0 | 1 | | |
| 35 | 0 | | 960.000 | 35 | 0 | 8 | | |

Скорректировал модель в соответствии с заданием упражнения.

Листинг:

```

;operator
GENERATE 3.14,1.7
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 6.66,1.7
RELEASE operator
TERMINATE 0

;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1

```

Отчет:

GPSS World Simulation Report - lab14.2.1

Saturday, March 25, 2023 12:43:50

53

| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| 0.000 | 480.000 | 9 | 1 | 0 |

| NAME | VALUE |
|------------|-----------|
| OPERATOR | 10001.000 |
| OPERATOR_Q | 10000.000 |

| LABEL | LOC | BLOCK TYPE | ENTRY COUNT | CURRENT COUNT | RETRY |
|-------|-----|------------|-------------|---------------|-------|
| | 1 | GENERATE | 152 | 0 | 0 |
| | 2 | QUEUE | 152 | 82 | 0 |
| | 3 | SEIZE | 70 | 0 | 0 |
| | 4 | DEPART | 70 | 0 | 0 |
| | 5 | ADVANCE | 70 | 1 | 0 |

| | | | | |
|---|-----------|----|---|---|
| 6 | RELEASE | 69 | 0 | 0 |
| 7 | TERMINATE | 69 | 0 | 0 |
| 8 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
| 9 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

| FACILITY DELAY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY |
|-------------------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|
| OPERATOR 82 | 70 | 0.991 | 6.796 | 1 | 71 | 0 | 0 | 0 |

| QUEUE RETRY | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY (0) | AVE.CONT. | AVE.TIME | AVE. (-0) |
|----------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|----------|-----------|
| OPERATOR_Q | 82 | 82 | 152 | 1 | 39.096 | 123.461 | 124.279 0 |

| FEC | XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
|-----|----|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| 71 | 0 | | 480.405 | 71 | 5 | 6 | | |
| 154 | 0 | | 483.330 | 154 | 0 | 1 | | |
| 155 | 0 | | 960.000 | 155 | 0 | 8 | | |

Сравнение результатов:

Для первой модели были сгенерированы 32 заявки, каждая из которых находилась в очереди, затем попала на обслуживающий прибор, но обслужены были не все заявки – 31. Для второй модели было сгенерировано 152, все они попали в очередь, но только 70 попали на обслуживающий прибор. Из них были обслужены 69 заявок.

На обслуживающий прибор в первом случае поступило 32 заявки. Среднее время обработки составило 9.589 минут. На обслуживающий прибор для второй модели поступило 70 заявок, а среднее время обслуживания составило 6.796 минут.

Максимальная длина очереди в первом случае 1, так как время обслуживания меньше времени ожидания. Во втором случае максимальная длина очереди 82, так как время ожидания больше времени обслуживания, и заявки накапливаются в очереди. Количество поступивших в очередь заявок в первом случае равно 32, во втором – 152. Среднее время ожидания 0.021 и 123.461, соответственно. Средняя длина очереди в первом случае 0.001, во втором случае – 39.096.

2. Построение гистограммы распределения заявок в очереди

Листинг:

```
Waittime QTABLE operator_q,0,2,15
GENERATE 3.34,1.7
TEST LE Q$operator_q,1,Fin
SAVEVALUE Custnum+,1
ASSIGN Custnum,X$Custnum
```

```

QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 6.66,1.7
RELEASE operator
Fin TERMINATE 1

```

Отчет:

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.1.1

Saturday, March 25, 2023 12:53:57

| | | | | |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
| 0.000 | 353.895 | 10 | 1 | 0 |

| | |
|------------|-----------|
| NAME | VALUE |
| CUSTNUM | 10002.000 |
| FIN | 10.000 |
| OPERATOR | 10003.000 |
| OPERATOR_Q | 10001.000 |
| WAITTIME | 10000.000 |

| LABEL | LOC | BLOCK TYPE | ENTRY COUNT | CURRENT | COUNT | RETRY |
|-------|-----|------------|-------------|---------|-------|-------|
| | 1 | GENERATE | 102 | | 0 | 0 |
| | 2 | TEST | 102 | | 0 | 0 |
| | 3 | SAVEVALUE | 55 | | 0 | 0 |
| | 4 | ASSIGN | 55 | | 0 | 0 |
| | 5 | QUEUE | 55 | | 1 | 0 |
| | 6 | SEIZE | 54 | | 1 | 0 |
| | 7 | DEPART | 53 | | 0 | 0 |
| | 8 | ADVANCE | 53 | | 0 | 0 |
| | 9 | RELEASE | 53 | | 0 | 0 |
| FIN | 10 | TERMINATE | 100 | | 0 | 0 |

| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|
| DELAY | | | | | | | | |
| OPERATOR | 54 | 0.987 | 6.470 | 1 | 98 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | | | | | | | | |

| QUEUE | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY (0) | AVE.CONT. | AVE.TIME | AVE. (-0) |
|------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|----------|-----------|
| RETRY | | | | | | | |
| OPERATOR_Q | 2 | 2 | 55 | 1 | 1.652 | 10.628 | 10.824 |
| | | | | | | | 0 |

| TABLE | MEAN | STD.DEV. | RANGE | RETRY | FREQUENCY |
|----------|--------|----------|---------|-------|-----------|
| CUM. % | | | | | |
| WAITTIME | 10.709 | 2.702 | | 0 | |
| | | | - - | 0.000 | 1 |
| 1.89 | | | 0.000 - | 2.000 | 0 |
| 1.89 | | | 2.000 - | 4.000 | 1 |
| 3.77 | | | 4.000 - | 6.000 | 0 |
| 3.77 | | | | | |

| | | | | |
|--------|--------|---|--------|----|
| 11.32 | 6.000 | - | 8.000 | 4 |
| 33.96 | 8.000 | - | 10.000 | 12 |
| 66.04 | 10.000 | - | 12.000 | 17 |
| 92.45 | 12.000 | - | 14.000 | 14 |
| 100.00 | 14.000 | - | 16.000 | 4 |

SAVEVALUE RETRY VALUE
CUSTNUM 0 55.000

| | | | | | | | |
|--------|-----|---------|-------|---------|------|-----------|--------|
| CEC XN | PRI | M1 | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
| 98 | 0 | 341.236 | 98 | 6 | 7 | | |
| | | | | | | CUSTNUM | 54.000 |

| | | | | | | | |
|--------|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| FEC XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
| 103 | 0 | 356.553 | 103 | 0 | 1 | | |

Гистограмма:

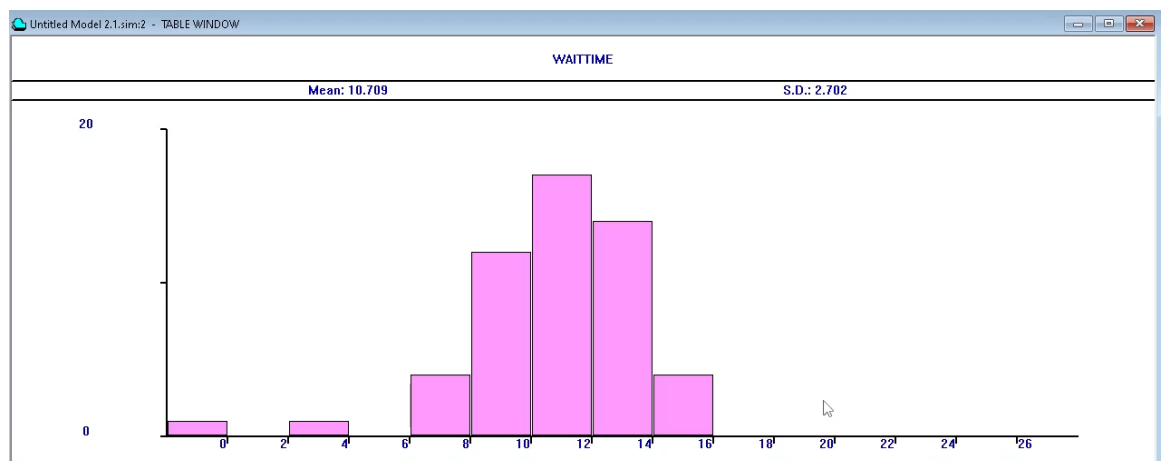


Рис. 1 Гистограмма распределения заявок в очереди

Анализ отчета и гистограммы:

Было сгенерировано 102 заявки, из которых 55 попали в очередь, попали на обслуживающий прибор 54, а обслужены были 53. Среднее время обработки заявки составило 6.470 минут, а среднее время ожидания в очереди составило 10.628. Средняя длина очереди 1.652.

По гистограмме видно, что наибольшее число заявок находятся в очереди от 10 до 12 минут, чуть меньше заявок ожидают от 8 до 10 минут и от 12 до 14 минут. Оставшееся небольшое число заявок находятся в очереди другое количество минут. Есть заявка, которая провела в очереди 0 минут.

3. Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине.

Листинг:

```
; order
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
RELEASE operator
TERMINATE 0
; order and service package
GENERATE 30,8
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 5,2
ADVANCE 10,2
RELEASE operator
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

Отчет:

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.1.1

Saturday, March 25, 2023 14:13:57

| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| 0.000 | 480.000 | 17 | 1 | 0 |

| NAME | VALUE |
|------------|-----------|
| OPERATOR | 10001.000 |
| OPERATOR_Q | 10000.000 |

| LABEL | LOC | BLOCK TYPE | ENTRY COUNT | CURRENT | COUNT | RETRY |
|-------|-----|------------|-------------|---------|-------|-------|
| | 1 | GENERATE | 32 | | 0 | 0 |
| | 2 | QUEUE | 32 | | 4 | 0 |
| | 3 | SEIZE | 28 | | 0 | 0 |
| | 4 | DEPART | 28 | | 0 | 0 |
| | 5 | ADVANCE | 28 | | 1 | 0 |
| | 6 | RELEASE | 27 | | 0 | 0 |
| | 7 | TERMINATE | 27 | | 0 | 0 |
| | 8 | GENERATE | 15 | | 0 | 0 |
| | 9 | QUEUE | 15 | | 3 | 0 |
| | 10 | SEIZE | 12 | | 0 | 0 |
| | 11 | DEPART | 12 | | 0 | 0 |
| | 12 | ADVANCE | 12 | | 0 | 0 |
| | 13 | ADVANCE | 12 | | 0 | 0 |
| | 14 | RELEASE | 12 | | 0 | 0 |
| | 15 | TERMINATE | 12 | | 0 | 0 |
| | 16 | GENERATE | 1 | | 0 | 0 |

| | | | | | | | | |
|--|----|-----------|--|---|--|---|---|--|
| | 17 | TERMINATE | | 1 | | 0 | 0 | |
|--|----|-----------|--|---|--|---|---|--|

| | | | | | | | | |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|
| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY |
| DELAY | | | | | | | | |
| OPERATOR | 40 | 0.947 | 11.365 | 1 | 42 | 0 | 0 | 0 |

7

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|-------|----------|-----------|----------|----------|---|
| QUEUE | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY(0) | AVE.CONT. | AVE.TIME | AVE.(-0) | |
| RETRY | | | | | | | | |
| OPERATOR_Q | 8 | 7 | 47 | 2 | 3.355 | 34.261 | 35.784 | 0 |

| | | | | | | | | |
|-----|----|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| FEC | XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
| 42 | 0 | | 487.825 | 42 | 5 | 6 | | |
| 50 | 0 | | 493.164 | 50 | 0 | 1 | | |
| 49 | 0 | | 499.562 | 49 | 0 | 8 | | |
| 51 | 0 | | 960.000 | 51 | 0 | 16 | | |

Анализ отчета:

Были сгенерированы 32 заявки первого типа, все поступили в очередь. На обслуживающий прибор попали только 28 заявок, а обслужены были 27.

Были сгенерированы 15 заявок второго типа, все поступили в очередь. На обслуживающий прибор попали только 12 заявок, все из них были обслужены.

Всего на обслуживающие приборы поступило 40 заявок, среднее время обслуживания составило 11.365 минут.

Максимальное значение очереди составило 8 заявок, среднее время ожидания 34.261 минут, среднее значение очереди 3.355.

Скорректировал модель в соответствии с заданием упражнения.

Листинг:

```
; order
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
TRANSFER 0.3,d1,d2
d2 ADVANCE 5,2
d1 RELEASE operator
TERMINATE 0

;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

Отчет:

Saturday, March 25, 2023 14:23:57

| | | | | |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
| 0.000 | 480.000 | 11 | 1 | 0 |

| | |
|------------|-----------|
| NAME | VALUE |
| D1 | 8.000 |
| D2 | 7.000 |
| OPERATOR | 10001.000 |
| OPERATOR_Q | 10000.000 |

| LABEL | LOC | BLOCK TYPE | ENTRY COUNT | CURRENT COUNT | RETRY |
|-------|-----|------------|-------------|---------------|-------|
| | 1 | GENERATE | 33 | 0 | 0 |
| | 2 | QUEUE | 33 | 0 | 0 |
| | 3 | SEIZE | 33 | 0 | 0 |
| | 4 | DEPART | 33 | 0 | 0 |
| | 5 | ADVANCE | 33 | 0 | 0 |
| | 6 | TRANSFER | 33 | 0 | 0 |
| D2 | 7 | ADVANCE | 8 | 1 | 0 |
| D1 | 8 | RELEASE | 32 | 0 | 0 |
| | 9 | TERMINATE | 32 | 0 | 0 |
| | 10 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
| | 11 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|
| DELAY | | | | | | | | |
| OPERATOR | 33 | 0.766 | 11.146 | 1 | 34 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | | | | | | | | |

| QUEUE | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY (0) | AVE. CONT. | AVE. TIME | AVE. (-0) |
|------------|-----|-------|-------|-----------|------------|-----------|-----------|
| RETRY | | | | | | | |
| OPERATOR_Q | 1 | 0 | 33 | 25 | 0.054 | 0.781 | 3.220 0 |

| FEC XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
|--------|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| 34 | 0 | 482.925 | 34 | 7 | 8 | | |
| 35 | 0 | 487.726 | 35 | 0 | 1 | | |
| 36 | 0 | 960.000 | 36 | 0 | 10 | | |

Анализ отчета:

Всего генерируется 33 заявки на оформление заказа, из них 8 с дополнительными услугами. Всего обработаны системой 32 заявки, одна не успевает завершить обслуживание за период моделирования.

Поступили к оператору 33 заявки, среднее время обслуживания 11.146 минут. Максимальная длина очереди 1, средняя длина очереди 0.054, среднее время ожидания в очереди 0.781.

4. Модель оформления заказов несколькими операторами.

Листинг:

```

operator STORAGE 4
GENERATE 5,2
QUEUE operator_q
ENTER operator,1
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
LEAVE operator,1
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1

```

Отчет:

GPSS World Simulation Report - lab14 5.1.1

Saturday, March 25, 2023 14:33:57

| | | | | |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
| 0.000 | 480.000 | 9 | 0 | 1 |

| | |
|------------|-----------|
| NAME | VALUE |
| OPERATOR | 10000.000 |
| OPERATOR_Q | 10001.000 |

| LABEL | LOC | BLOCK TYPE | ENTRY COUNT | CURRENT COUNT | RETRY |
|-------|-----|------------|-------------|---------------|-------|
| | 1 | GENERATE | 93 | 0 | 0 |
| | 2 | QUEUE | 93 | 0 | 0 |
| | 3 | ENTER | 93 | 0 | 0 |
| | 4 | DEPART | 93 | 0 | 0 |
| | 5 | ADVANCE | 93 | 2 | 0 |
| | 6 | LEAVE | 91 | 0 | 0 |
| | 7 | TERMINATE | 91 | 0 | 0 |
| | 8 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
| | 9 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

| QUEUE | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY (0) | AVE.CONT. | AVE.TIME | AVE. (-0) |
|------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|----------|-----------|
| RETRY | | | | | | | |
| OPERATOR_Q | 1 | 0 | 93 | 93 | 0.000 | 0.000 | 0.000 0 |

| STORAGE | CAP. | REM. | MIN. | MAX. | ENTRIES | AVL. | AVE.C. | UTIL. | RETRY |
|----------|------|------|------|------|---------|------|--------|-------|-------|
| DELAY | | | | | | | | | |
| OPERATOR | 4 | 2 | 0 | 4 | 93 | 1 | 1.926 | 0.482 | 0 0 |

| FEC | XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
|-----|----|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| 95 | 0 | | 480.457 | 95 | 0 | 1 | | |
| 93 | 0 | | 482.805 | 93 | 5 | 6 | | |
| 94 | 0 | | 483.473 | 94 | 5 | 6 | | |
| 96 | 0 | | 960.000 | 96 | 0 | 8 | | |

Анализ отчета:

Во время моделирования было сгенерировано 93 заявки, все поступили на обслуживающие приборы, но 2 заявки не успели обслужить.

| | | | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|----|---|-------|-------|---|---|
| OPERATOR | 4 | 2 | 0 | 4 | 93 | 1 | 1.926 | 0.482 | 0 | 0 |
|----------|---|---|---|---|----|---|-------|-------|---|---|

| FEC | XN | PRI | BDT | ASSEM | CURRENT | NEXT | PARAMETER | VALUE |
|-----|----|-----|---------|-------|---------|------|-----------|-------|
| | 95 | 0 | 480.457 | 95 | 0 | 1 | | |
| | 93 | 0 | 482.805 | 93 | 6 | 7 | | |
| | 94 | 0 | 483.473 | 94 | 6 | 7 | | |
| | 96 | 0 | 960.000 | 96 | 0 | 9 | | |

Анализ отчета:

Полученный отчет идентичен предыдущему отчету, так как ни одна заявка не покинула систему, поскольку не было ситуации, когда длина очереди достигала 2.

Максимальное значение длины очереди – 1.

Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы были построены несколько моделей обработки заказов и гистограмма распределения заявок в очереди, а также проанализированы отчеты о результатах моделирования.