РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра теории вероятностей и кибербезопасности

ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 14

дисциплина: Моделирование информационных процессов

Студент: Маслова Анастасия

Группа: НКНбд-01-21

МОСКВА
2024 г

Постановка задачи 1:

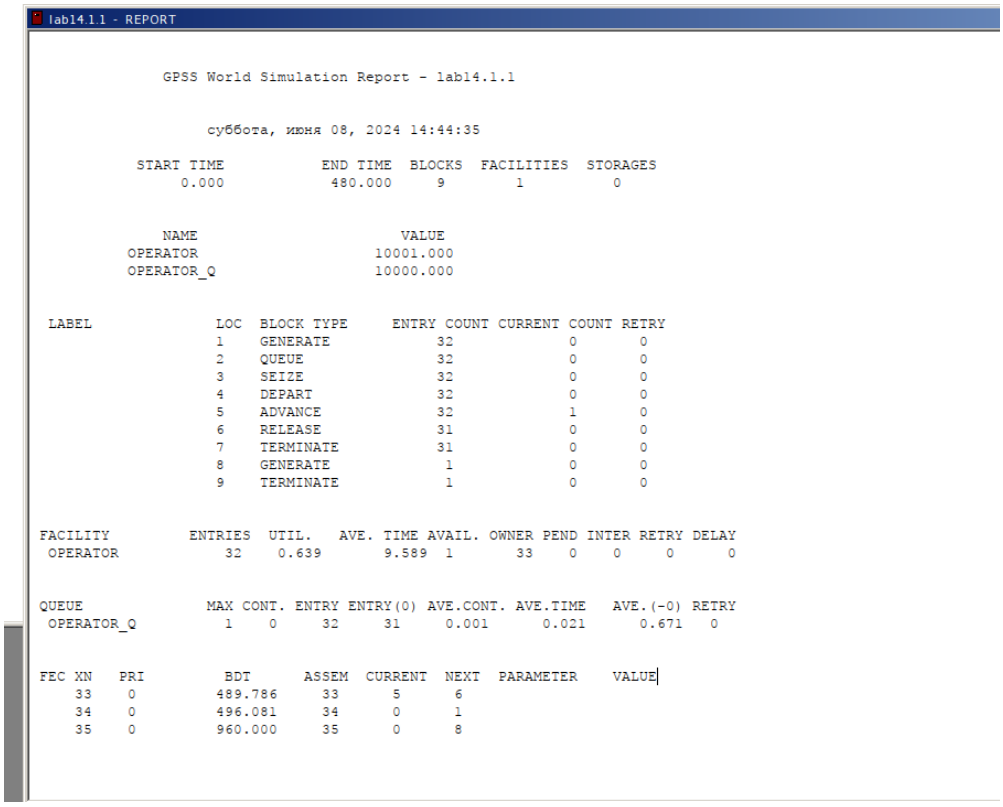
В интернет-магазине заказы принимает один оператор. Интервалы поступления заказов распределены равномерно с интервалом 15 ± 4 мин. Время оформления заказа также распределено равномерно на интервале 10 ± 2 мин. Обработка поступивших заказов происходит в порядке очереди (FIFO). Требуется разработать модель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

Выполнение работы:

Для начала я построила модель, опираясь на материалы лабораторной работы и используя следующий код:

```
;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
```

В результате я получила отчет следующего вида (рис. 1).



```
lab14.1.1 - REPORT

              GPSS World Simulation Report - lab14.1.1

                   суббота, июня 08, 2024 14:44:35

           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      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   0

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
```

рис. 1 Отчет о результатах моделирования

После этого я построила ту же модель, но с поправкой на то, что интервалы поступления заказов распределены равномерно с интервалом 3.14 ± 1.7 мин, и время оформления заказа также распределено равномерно на интервале 6.66 ± 1.7 мин. Для построения я использовала следующий код:

```
;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
```

В результате я получила следующий отчет (рис. 2).

```
lab14.2.1 - REPORT

            GPSS World Simulation Report - lab14.2.1

                суббота, июня 08, 2024 14:51:28

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

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 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
```

рис. 2 Отчет о результатах моделирования

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 не все попали на обслуживающий прибор – только 70 штук. 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, поскольку время обслуживания меньше времени ожидания. Во втором случае максимальная длина очереди 82, так как время ожидания больше времени обслуживания, и заявки накапливаются, не успевая быть обслуженными. 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.

Постановка задачи 2:

Предположим, что требуется построить гистограмму распределения заявок, ожидающих обработки в очереди в примере из предыдущего упражнения. Для построения гистограммы необходимо сформировать таблицу значений заявок в очереди, записываемых в неё с определённой частотой. Проанализируйте отчёт и гистограмму по результатам моделирования.

Выполнение работы:

Для этого задания я построила модель, используя следующий код:

```
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
```

В результате я получила следующий отчет (рис. 3) и следующую гистограмму (рис. 4).

Untitled Model 2.1.1 - REPORT

суббота, июня 08, 2024 14:54:57

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

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		

рис. 3 Отчет о результатах моделирования

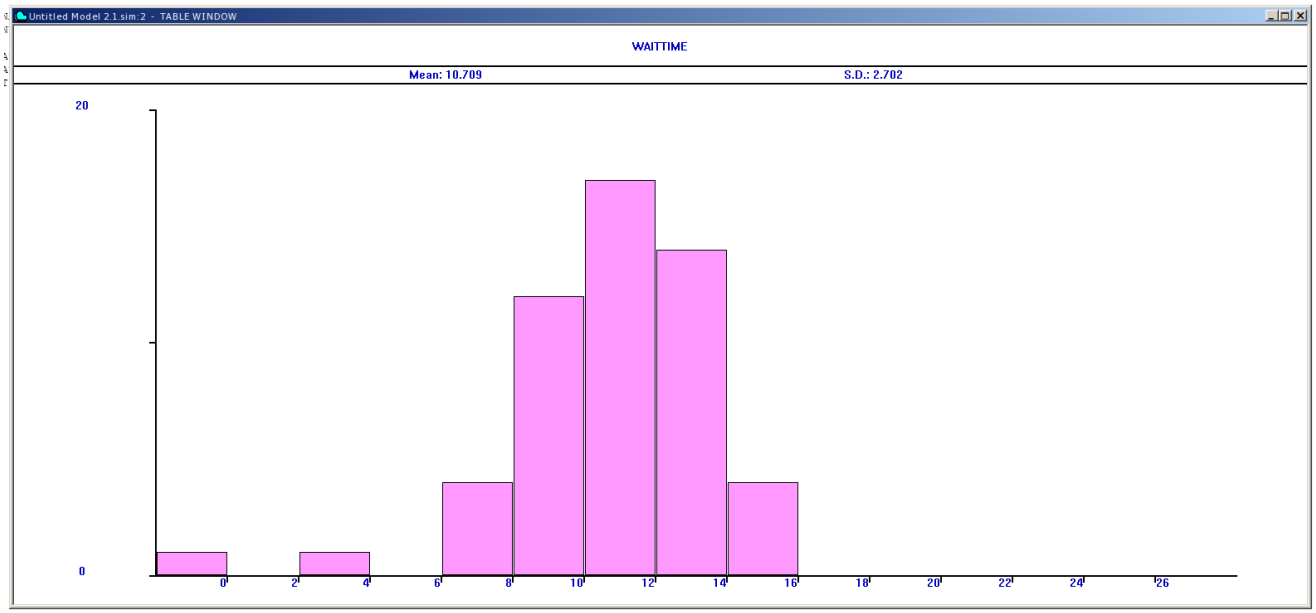


рис. 4 Гистограмма

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 12 до 14 минут и от 8 до 10 минут. Оставшееся небольшое число заявок находятся в очереди другое количество минут.

Постановка задачи 3:

В интернет-магазин к одному оператору поступают два типа заявок от клиентов — обычный заказ и заказ с оформление 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. Проанализируйте полученный отчёт. Скорректируйте модель так, чтобы учитывалось условие, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов. Используйте оператор TRANSFER. Проанализируйте отчёт.

Выполнение работы:

Я построила модель с помощью следующего кода:

```
; 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
```

После симуляции получила следующий отчет (рис.5):

Untitled Model 3.1.1 - REPORT

```
              GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.1.1


                   суббота, июня 08, 2024 14:59:06

          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
```

рис. 5 Отчет о результатах моделирования

Были сгенерированы 32 заявки первого типа, все поступили в очередь. На обслуживающий прибор попали только 28 заявок, а обслужены были 27. Второго типа было сгенерировано 15 заявок, все попали в очередь. Были обслужены 12 заявок из 12 попавших на обслуживающий прибор. Всего на обслуживающие приборы поступило 40 заявок (28+12), среднее время обслуживания составило 11.365 минут. Максимальное значение очереди составило 8 заявок, среднее время ожидания 34.261 минут, среднее значение очереди 3.355.

После этого я скорректировала модель таким образом, чтобы учитывалось условие, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов. В итоге я получила такой код:

```
;order
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
TRANSFER 0.3 simple, complex
complex ADVANCE 5,2
simple RELEASE operator
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

В результате симуляции я получила следующий отчет (рис. 6).

Untitled Model 3.2.1 - REPORT

```
              GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.2.1


                    суббота, июня 08, 2024 15:03:33

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


              NAME                        VALUE
          COMPLEX                          7.000
          OPERATOR                     10001.000
          OPERATOR_Q                   10000.000
          SIMPLE                           8.000


 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
COMPLEX             7    ADVANCE              8             1       0
SIMPLE              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
```

рис. 6 Отчет о результатах моделирования

В системе генерируется 33 заявки на оформление заказ, из них 8 с дополнительными услугами (не совсем 30%, сказывается погрешность в генерировании заявок, если увеличить частоту и понизить погрешность, то процент будет ближе к 30%). 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, большинство заявок обслуживаются быстрее, чем поступают новые. Средняя длина очереди 0.054, среднее время ожидания в очереди меньше минуты.

Постановка задачи 4:

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.

1) Проанализируйте полученный отчёт.
2) Измените модель: требуется учесть в ней возможные отказы клиентов от заказа — когда при подаче заявки на заказ клиент видит в очереди более двух других заявок, он отказывается от подачи заявки, то есть отказывается от обслуживания (используйте блок TEST и стандартный числовой атрибут Qj текущей длины очереди j).
3) Проанализируйте отчёт изменённой модели.

Выполнение работы:

Сначала я использовала следующий код:

```
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
```

В результате я получила следующий отчет (рис. 7):

```
Untitled Model 4.1.1 - REPORT

              GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.1.1


                    суббота, июня 08, 2024 15:06:00

           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
```

рис. 7 Отчет о результатах моделирования

Во время моделирования было сгенерировано 93 заявки, все поступили на обслуживающие приборы, но 2 заявки не успели обслужиться. Максимальная длина очереди - 1, среднее значение очереди и среднее время пребывания в очереди равны нулю. Максимальное число одновременно работающих операторов – 4, поступило к операторам 93 заявки. Среднее число заявок одновременно на 4 приборах 1.926.

После этого я откорректировала модель, и код стал выглядеть следующим образом:

```
operator STORAGE 4
GENERATE 5,2
TEST LE Q$operator_q,2
QUEUE operator_q
ENTER operator_1
```

```
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
LEAVE operator
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

После запуска симуляции я получила следующий отчет (рис. 8).

```
Untitled Model 4.2.1 - REPORT

              GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.2.1


                   суббота, июня 08, 2024 15:09:16

           START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                0.000           480.000    10        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    TEST                93             0       0
                    3    QUEUE               93             0       0
                    4    ENTER               93             0       0
                    5    DEPART              93             0       0
                    6    ADVANCE             93             2       0
                    7    LEAVE               91             0       0
                    8    TERMINATE           91             0       0
                    9    GENERATE             1             0       0
                   10    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      6      7
    94    0         483.473     94      6      7
    96    0         960.000     96      0      9
```

рис. 8 Отчет о результатах симуляции

Полученный отчет идентичен предыдущему отчету. Это связано с тем, что ни одна заявка не покинула систему, поскольку не было ситуации, когда длина очереди достигла 2 – максимальное значение 1.

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