

# **Лабораторная работа №14**

**Имитационное моделирование**

Екатерина Канева, НФИбд-02-22

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>17</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>18</b>

## Список иллюстраций

3.1	Первый отчёт. . . . .	7
3.2	Второй отчёт. . . . .	8
3.3	Третий отчёт. . . . .	9
3.4	Гистограмма. . . . .	10
3.5	Четвёртый отчёт. . . . .	11
3.6	Код для 30% заявок с дополнительными услугами. . . . .	12
3.7	Пятый отчёт. . . . .	13
3.8	Шестой отчёт. . . . .	14
3.9	Код для нетерпеливых заявок. . . . .	15
3.10	Седьмой отчёт. . . . .	16

## **Список таблиц**

# **1 Цель работы**

Реализовать модели обработки заказов.

## 2 Задание

1. Построить базовую модель, проанализировать отчёт.
2. Построить гистограмму распределения заявок в очереди для первой модели.
3. Построить модель с двумя типами заявок, проанализировать отчёт.
4. Построить модель с несколькими операторами, проанализировать отчёт.

# 3 Выполнение лабораторной работы

Сначала я построила простейшую модель, сформировала отчёт (рис. 3.1):

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1									
пятница, мая 09, 2025 23:07:10									
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	0	0		
	2	QUEUE	32	0	0	0	0		
	3	SEIZE	32	0	0	0	0		
	4	DEPART	32	0	0	0	0		
	5	ADVANCE	32	1	0	0	0		
	6	RELEASE	31	0	0	0	0		
	7	TERMINATE	31	0	0	0	0		
	8	GENERATE	1	0	0	0	0		
	9	TERMINATE	1	0	0	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. 3.1: Первый отчёт.

Он получился точно такой же, как в тексте лабораторной работы.

Далее я изменила параметры с 15+-4 минут на поступление до 3.14+-1.7 и с 10+-2 минут на обработку до 6.66+-1.7 минут, получила следующий отчёт (рис. 3.2):

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.3.1

ПЯТНИЦА, МАЯ 09, 2025 23:08:26

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               1    GENERATE    152          0              0
2               2    QUEUE      152          82             0
3               3    SEIZE      70           0              0
4               4    DEPART    70           0              0
5               5    ADVANCE    70           1              0
6               6    RELEASE    69           0              0
7               7    TERMINATE  69           0              0
8               8    GENERATE    1            0              0
9               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. 3.2: Второй отчёт.

Как мы видим, увеличилось количество заявок (чуть меньше чем в 3 раза, как и уменьшение интервалов поступления). Также резко увеличилось количество заявок, попадавших в очередь, потому что теперь заявки дольше обрабатывались, чем поступали. Увеличилось среднее время, проведённое заявками в очереди.

Далее я приступила к построению гистограммы. Я изменила код как требовалось в задании и получила следующий отчёт (рис. 3.3):



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. 3.3: Третий отчёт.

Как мы видим, теперь время моделирования было не фиксированное, фиксированным было число заявок (мы вводили 100). Также сформировалась таблица WAITTIME, от которой была построена гсистограмма (рис. 3.4):

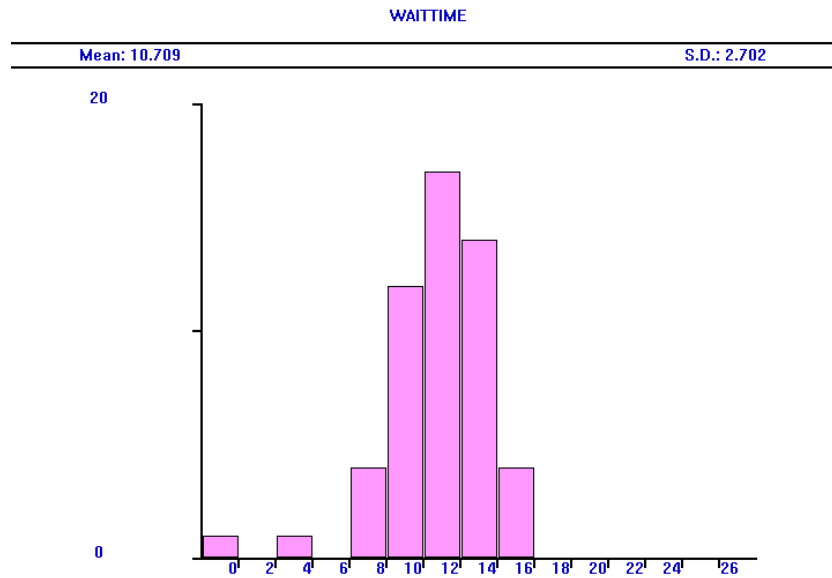


Рис. 3.4: Гистограмма.

И по гистограмме, и по отчёту видно, что большинство заявок ожидали в очереди от 10 до 12 минут. Распределение в гистограмме говорит о том, что были заявки со временем ожидания до 16 минут. Некоторые заявки были “везучими” и ожидали от 0 до 4 минут.

Потом я написала код для моделирования оформления заказов с заявками двух типов - один тип обслуживался  $10 \pm 2$  минуты и поступал каждые  $15 \pm 4$  минуты, а второй поступал каждые  $30 \pm 8$  минут и обслуживался дополнительные  $5 \pm 2$  минуты. Получила следующий отчёт (рис. 3.5):

GPSS World Simulation Report - LAB14-3.1.1

пятница, мая 09, 2025 23:41:15

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

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. 3.5: Четвёртый отчёт.

Как мы видим, в очереди было максимум 8 заявок, моделирование также шло 480 минут (8 часов). 2 заявки прошли обслуживание без очереди. Среднее время обслуживания заявки - 11.365 минуты, среднее время, проведённое в очереди - 34.261 минуты (среди заявок, которые проходили через очередь - 35.784 минуты).

Далее я скорректировала код так, чтобы 30% заявок имели дополнительные услуги. Получился следующий код, где common - обычные заявки, service - заявки с дополнительным обслуживанием (рис. 3.6):

---

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

Рис. 3.6: Код для 30% заявок с дополнительными услугами.

Далее построила отчёт (рис. 3.7):

пятница, мая 09, 2025 23:47:52

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

NAME	VALUE
COMMON	8.000
OPERATOR	10001.000
OPERATOR_Q	10000.000
SERVICE	7.000

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
SERVICE	7	ADVANCE	8	1	0
COMMON	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

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. 3.7: Пятый отчёт.

Моделирование шло также 8 часов. Среднее время обслуживания составило 11.146 минуты, 25 заявок обслужились, не попав в очередь. В среднем 0.054 заявки было в очереди, а среднее время ожидания в очереди было 3.22 минуты (то есть мало заявок туда в принципе попадали и это было ненадолго).

Далее я написала код для оформления заявок несколькими операторами. У нас было 4 оператора, заявки приходили каждые 5+-2 минуты и обслуживались 10+-2 минуты. Получила следующий отчёт (рис. 3.8):

пятница, мая 09, 2025 23:53:54

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. 3.8: Шестой отчёт.

Время моделирования 8 часов. Максимум 1 заявка была в момент времени в очереди, но это, видимо, первая, которая через неё попала дальше, потому что остальная статистика по очереди говорит о том, что в ней не было заявок, все обслуживались сразу - это и подразумевалось с 4 операторами и данными нам интервалами.

Далее я изменила код так, чтобы при наличии более двух заявок в очереди новые заявки отказывались от выполнения сами ("нетерпеливые" заявки). Получился следующий код (рис. 3.9):

```
operator STORAGE 4  
GENERATE 5,2  
TEST LE Q$operator_q,2  
QUEUE operator_q  
ENTER operator,1  
DEPART operator_q  
ADVANCE 20,2  
LEAVE operator,1  
TERMINATE 0  
;timer  
GENERATE 480  
TERMINATE 1  
START 1
```

Рис. 3.9: Код для нетерпеливых заявок.

Получила следующий отчёт (рис. 3.10):

```

GPSS World Simulation Report - lab14-4-1.11.1

суббота, мая 10, 2025 00:05:39

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               1    GENERATE    96          0          0
2               2    TEST       96          0          0
3               3    QUEUE     96          1          0
4               4    ENTER     95          0          0
5               5    DEPART    95          0          0
6               6    ADVANCE   95          4          0
7               7    LEAVE     91          0          0
8               8    TERMINATE 91          0          0
9               9    GENERATE    1          0          0
10              10    TERMINATE    1          0          0

QUEUE           MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE.(-0) RETRY
OPERATOR_Q      3      1      96      17      1.078     5.391     6.551  0

STORAGE         CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL.  RETRY DELAY
OPERATOR        4      0      0      4      95      1      3.851  0.963    0      1

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
98      0      482.756    98      0        1
93      0      488.567    93      6        7
94      0      495.081    94      6        7
95      0      499.279    95      6        7
96      0      501.399    96      6        7
99      0      960.000    99      0        9

```

Рис. 3.10: Седьмой отчёт.

Поскольку при данных ранее числах очереди были нулевыми, я увеличила время обслуживания до 20+-2 минут. Видим, что в среднем в очереди было 1.078 заявки, и они там проводили в среднем 5.391 минуты (среди заявок, которые проходили через очередь - 6.551 минуты).



## **4 Выводы**

Построила различные модели обслуживания заявок.

## **Список литературы**