Лабораторная работа №14

Модели обработки заказов

Кадров Виктор Максимович

Содержание

1 Введение **4**
1.1 Цели и задачи 4

2 Выполнение лабораторной работы **5**
2.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором 5
2.1.1 Упражнение 8
2.2 Построение гистограммы распределения заявок в очереди 10
2.3 Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине 14
2.3.1 Упражнение 16
2.4 Модель оформления заказов несколькими операторами 18
2.4.1 Упражнение 20

3 Выводы **23**

Список литературы **24**

Список иллюстраций

2.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором 7
2.2 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине 8
2.3 Модель оформления заказов клиентов одним оператором с распределением поступления заказов 3.14+-1.7 и времени оформления клиентов 6.66+-1.7) 9
2.4 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с распределением поступления заказов 3.14+-1.7 и времени оформления клиентов 6.66+-1.7 10
2.5 Построение гистограммы распределения заявок в очереди 11
2.6 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистграммы распределения заявок в очереди 12
2.7 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистграммы распределения заявок в очереди 13
2.8 Гистограмма распределения заявок в очереди 14
2.9 Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине 15
2.10 Отчёт по модели оформления заказов двух типов 16
2.11 Модель обслуживания двух типов заказов с условием их распределения 3 к 7 17
2.12 Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов с условием их распределения 3 к 7 18
2.13 Модель оформления заказов несколькими операторами 19
2.14 Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами . 20
2.15 Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов 21
2.16 Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов 22

1 Введение

1.1 Цели и задачи

Цель работы

Реализовать разные модели обслуживания клиентов и провести анализ результатов[1].

Задание

Реализовать с помощью gpss[2]:

- модель оформления заказов клиентов одним оператором с разными входными данными
- построение гистограммы распределения заявок в очереди
- модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине
- модель оформления заказов несколькими операторами

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором

Порядок блоков в модели соответствует порядку фаз обработки заказа в реальной системе:

1) клиент оставляет заявку на заказ в интернет-магазине;
2) если необходимо, заявка от клиента ожидает в очереди освобождения оператора для оформления заказа;
3) заявка от клиента принимается оператором для оформления заказа;
4) оператор оформляет заказ;
5) клиент получает подтверждение об оформлении заказа (покидает систему).

Модель будет состоять из двух частей: моделирование обработки заказов в интернет-магазине и задание времени моделирования.

Для задания равномерного распределения поступления заказов используем блок `GENERATE`, для задания равномерного времени обслуживания (задержки в системе) – `ADVANCE`. Для моделирования ожидания заявок клиентов в очереди используем блоки `QUEUE` и `DEPART`, в которых в качестве имени очереди укажем `operator_q` Для моделирования поступления заявок для оформления заказов к оператору используем блоки `SEIZE` и `RELEASE` с параметром `operator` — имени «устройства обслуживания».

Требуется, чтобы модельное время было 8 часов. Соответственно, параметр блока `GENERATE` – 480 (8 часов по 60 минут, всего 480 минут). Работа программы начи- нается с оператора `START` с начальным значением счётчика завершений, равным 1; заканчивается – оператором `TERMINATE` с параметром 1, что задаёт ординарность потока в модели.

Таким образом, имеем(рис. 2.1).

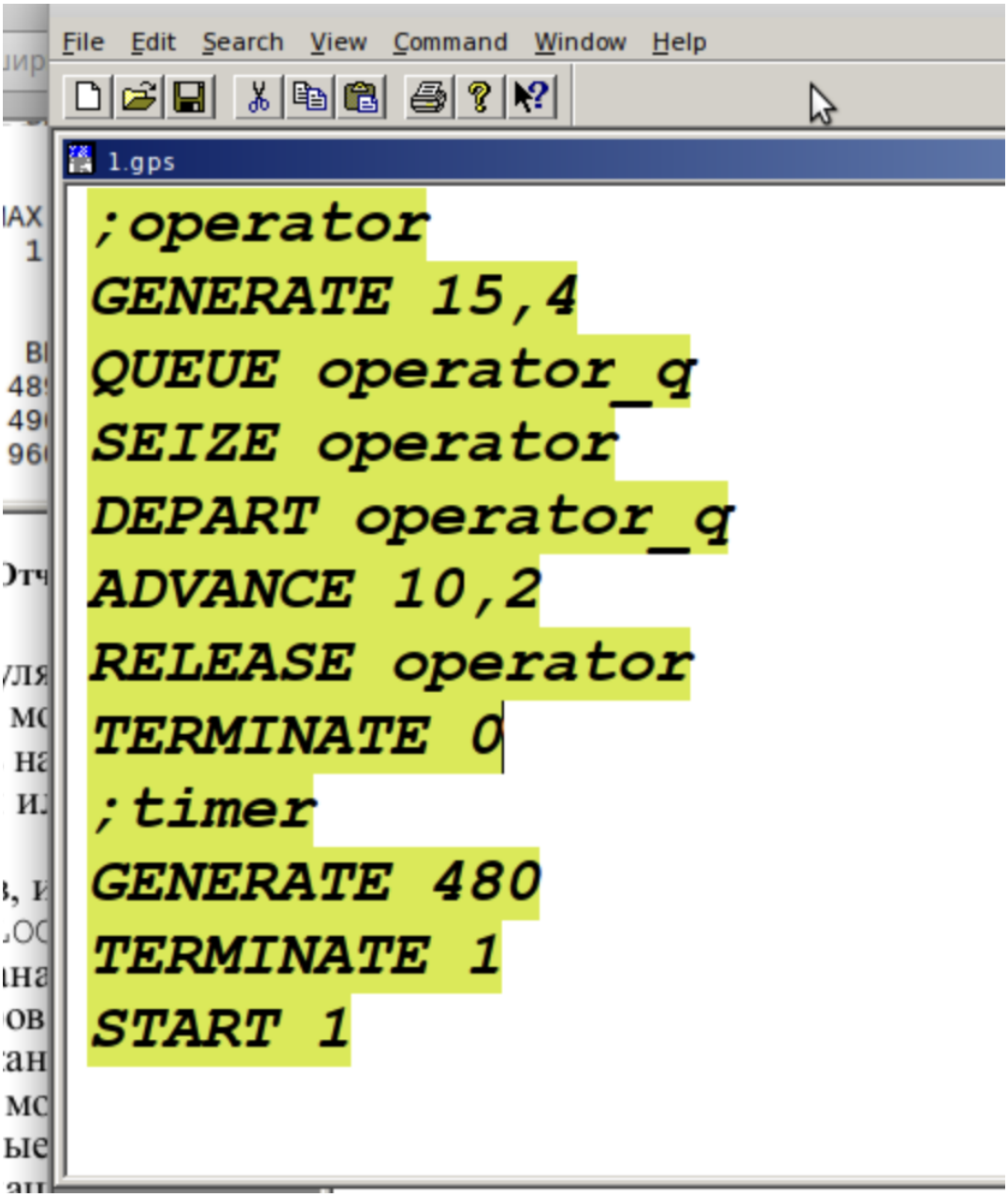
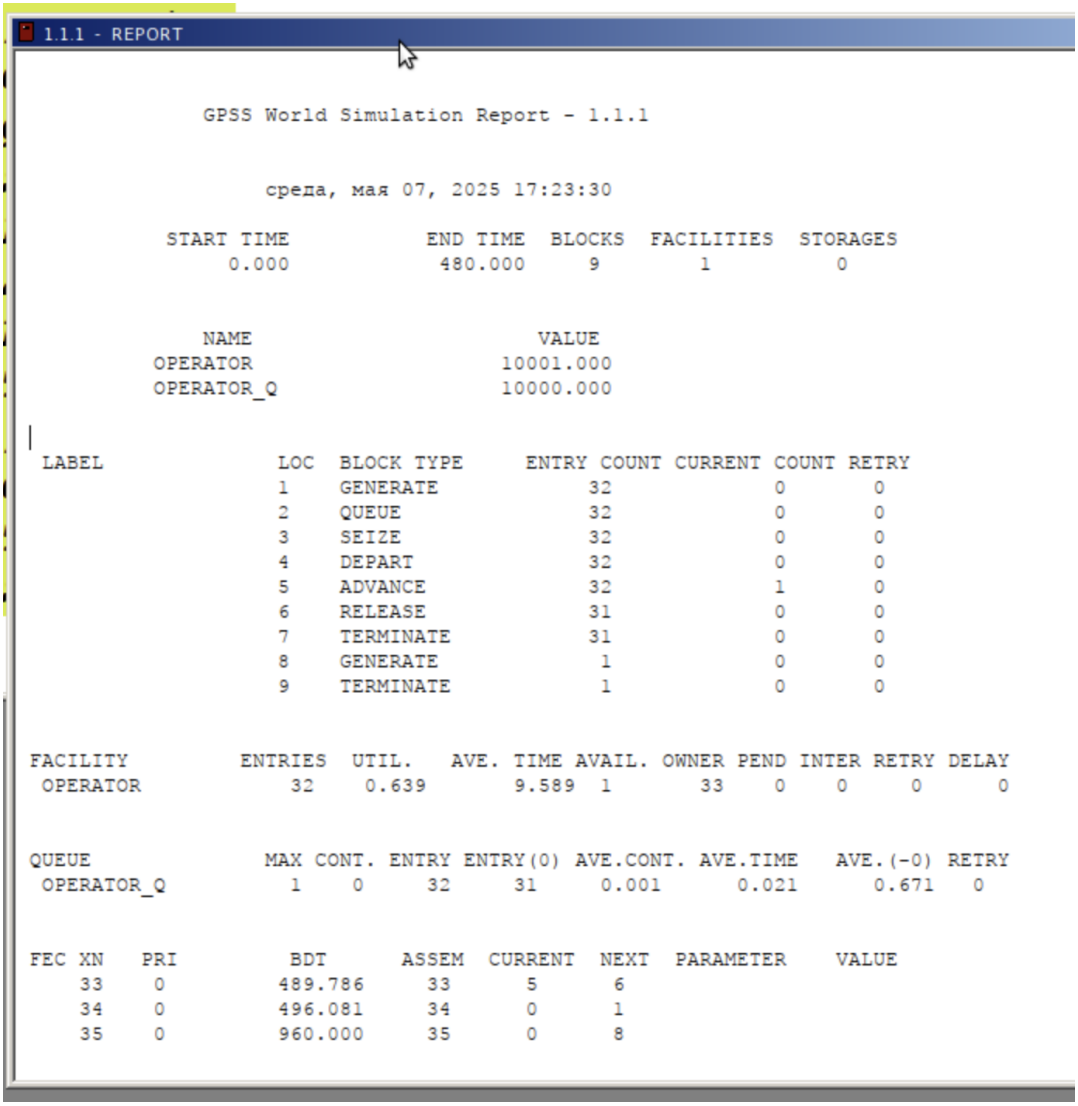


Рис. 2.1: Модель оформления заказов клиентов одним оператором

После запуска симуляции получаем отчёт(рис. 2.2).



1.1.1 - REPORT

```
              GPSS World Simulation Report - 1.1.1


                   среда, мая 07, 2025 17:23:30

           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. 2.2: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине

2.1.1 Упражнение

Изменим интервалы поступления заказов и время оформления клиентов(рис. 2.3, 2.4).

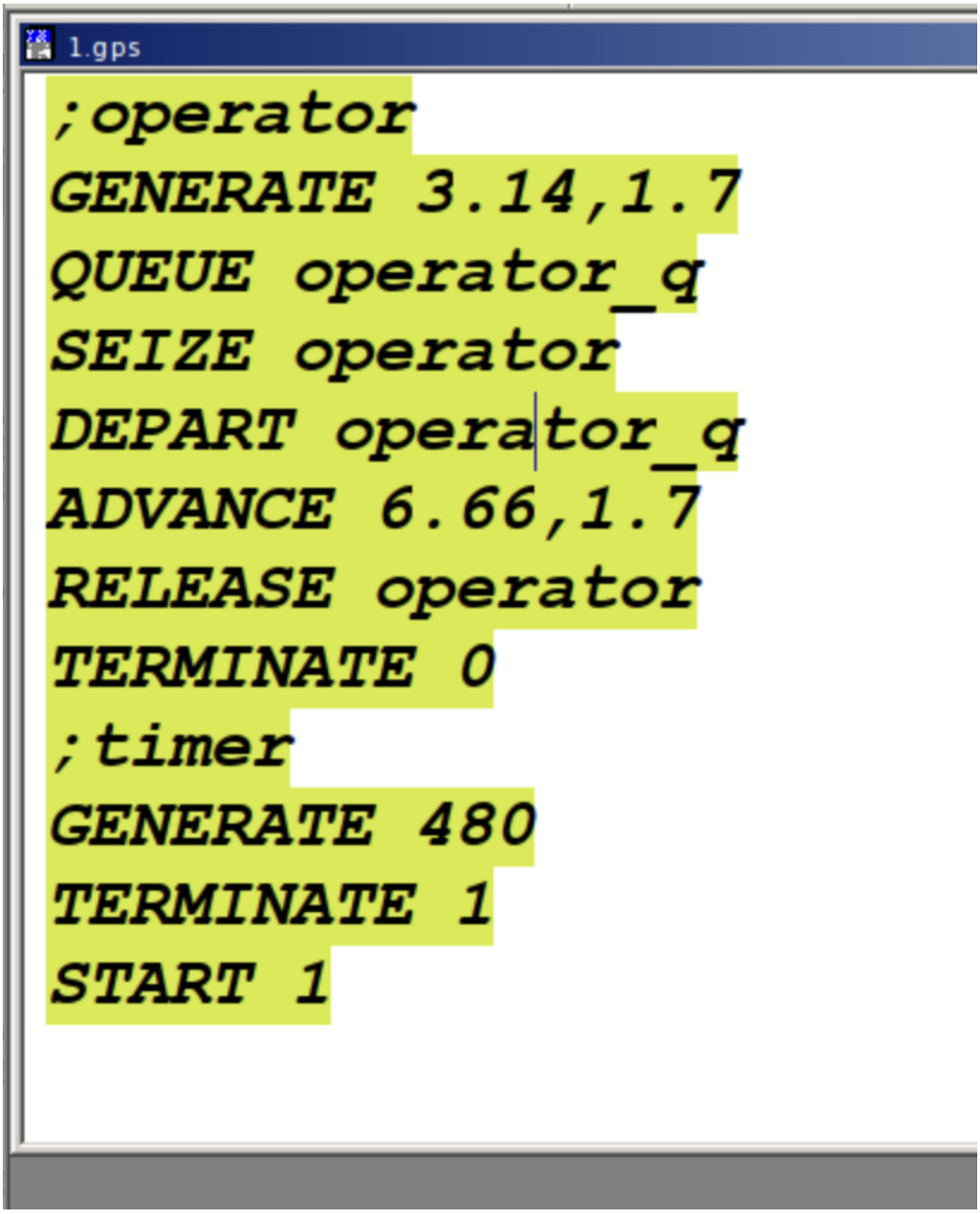
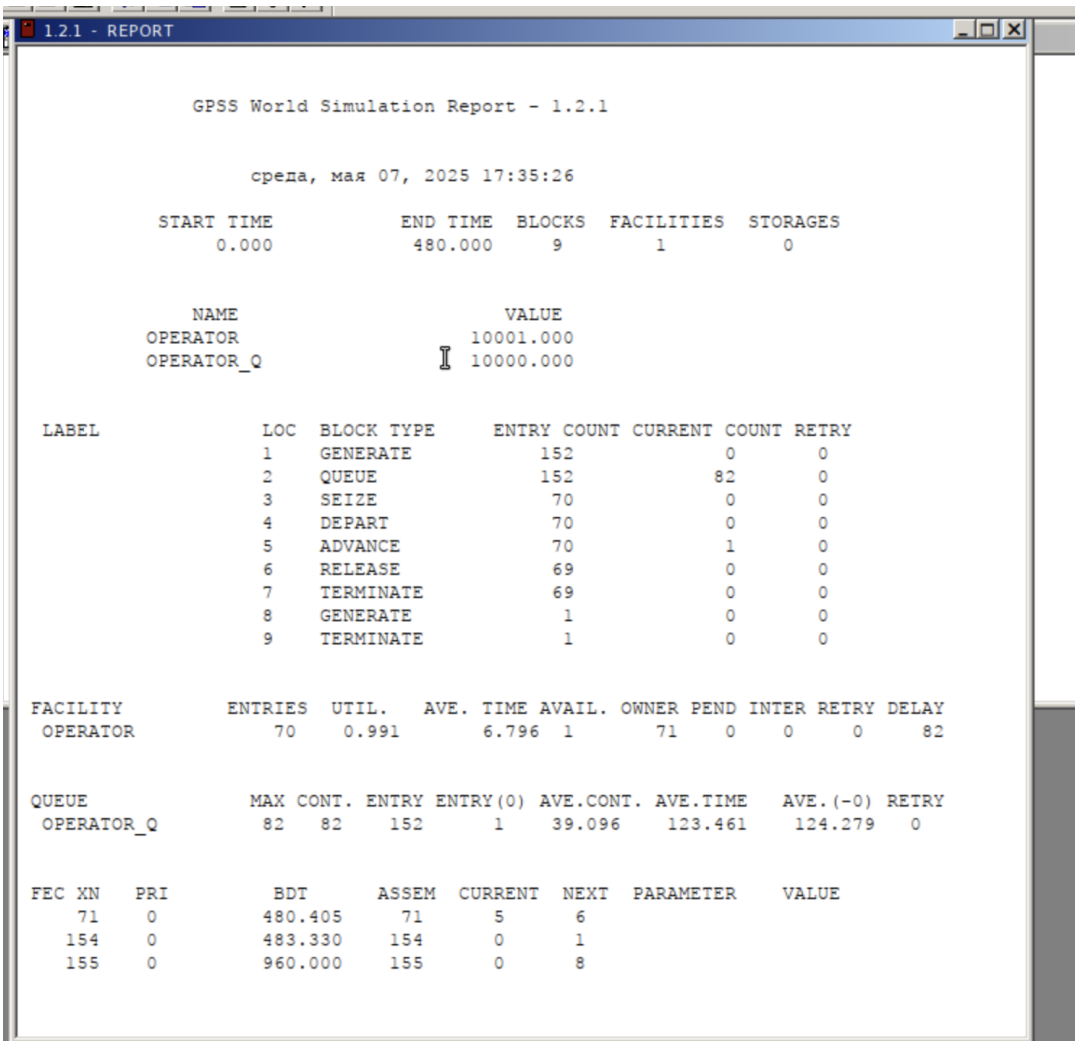


Рис. 2.3: Модель оформления заказов клиентов одним оператором с распределением поступления заказов 3.14+-1.7 и времени оформления клиентов 6.66+-1.7)



1.2.1 - REPORT

```
              GPSS World Simulation Report - 1.2.1


                   среда, мая 07, 2025 17:35:26

           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    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. 2.4: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с распределением поступления заказов 3.14+-1.7 и времени оформления клиентов 6.66+-1.7

2.2 Построение гистограммы распределения заявок в очереди

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.

Команда описания такой таблицы QTABLE имеет следующий формат: Name QTABLE A,B,C,D. Здесь Name – метка, определяющая имя таблицы. Далее должны быть заданы операнды: A задается элемент данных, чьё частотное распределение будет заноситься в таблицу (может быть именем, выражением в скобках или системным числовым атрибутом (СЧА)); B задается верхний предел первого частотного интервала; C задает ширину частотного интервала — разницу между верхней и нижней границей каждого частотного класса; D задаёт число частотных интервалов.

Код программы будет следующим(рис. 2.5).

```
1.gps
;operator
Waittime QTABLE operator_q,0,2,15
GENERATE 3.14,1.7
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
```

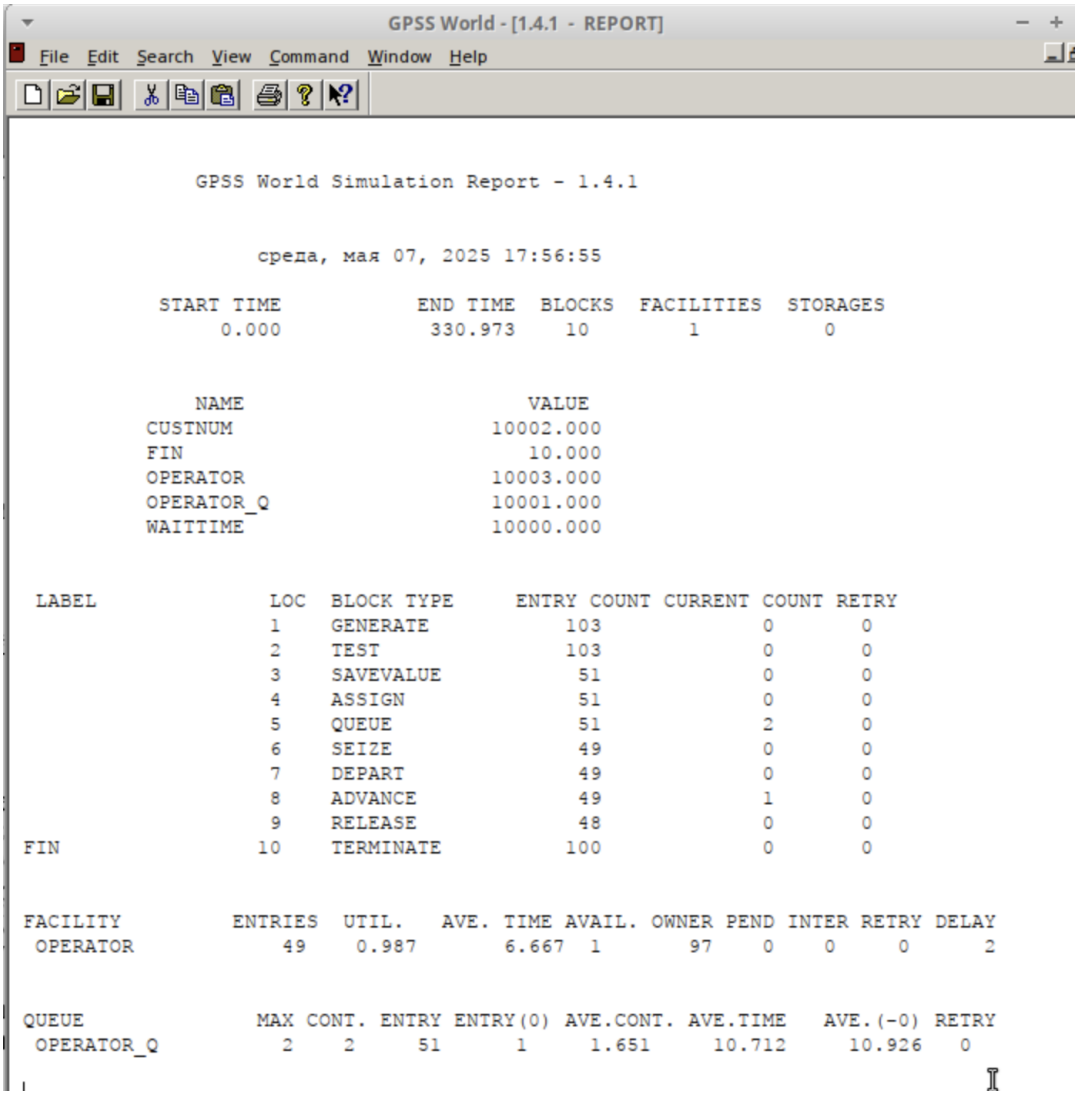
Рис. 2.5: Построение гистограммы распределения заявок в очереди

Здесь Waittime — метка оператора таблицы очередей QTABLE, в данном случае название таблицы очереди заявок на заказы. Строка с оператором TEST по смыслу аналогично действиям оператора IF и означает, что если в очереди 0 или 1 заявка, то осуществляется переход к следующему оператору, в данном случае к оператору SAVEVALUE, в противном случае (в очереди более одной

заявки) происходит переход к оператору с меткой `Fin`, то есть заявка удаляется из системы, не попадая на обслуживание.

Строка с оператором `SAVEVALUE` с помощью операнда `Custnum` подсчитывает число заявок на заказ, попавших в очередь. Далее оператору `ASSIGN` присваивается значение СЧА оператора `Custnum`.

Проанализируем отчет симуляции(рис. 2.6, 2.7).



```
GPSS World - [1.4.1 - REPORT]
File Edit Search View Command Window Help

              GPSS World Simulation Report - 1.4.1


                   среда, мая 07, 2025 17:56:55

           START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                0.000            330.973    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           103             0       0
                    2    TEST               103             0       0
                    3    SAVEVALUE           51             0       0
                    4    ASSIGN              51             0       0
                    5    QUEUE               51             2       0
                    6    SEIZE               49             0       0
                    7    DEPART              49             0       0
                    8    ADVANCE             49             1       0
                    9    RELEASE             48             0       0
FIN                10    TERMINATE          100             0       0


FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 OPERATOR            49    0.987       6.667  1       97    0    0     0      2


QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OPERATOR_Q          2    2     51      1     1.651     10.712     10.926   0
```

Рис. 2.6: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистграммы распределения заявок в очереди

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE			RETRY	FREQUENCY	CUM.%
WAITTIME	10.869	2.662				0		
				-	0.000		1	2.04
			0.000	-	2.000		0	2.04
			2.000	-	4.000		1	4.08
			4.000	-	6.000		0	4.08
			6.000	-	8.000		2	8.16
			8.000	-	10.000		10	28.57
			10.000	-	12.000		15	59.18
			12.000	-	14.000		18	95.92
			14.000	-	16.000		2	100.00

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
CUSTNUM	0	51.000

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
97	0	333.427	97	8	9		
						CUSTNUM	49.000
104	0	333.763	104	0	1		

Рис. 2.7: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистграммы распределения заявок в очереди

Проанализируем гистограмму(рис. 2.8).

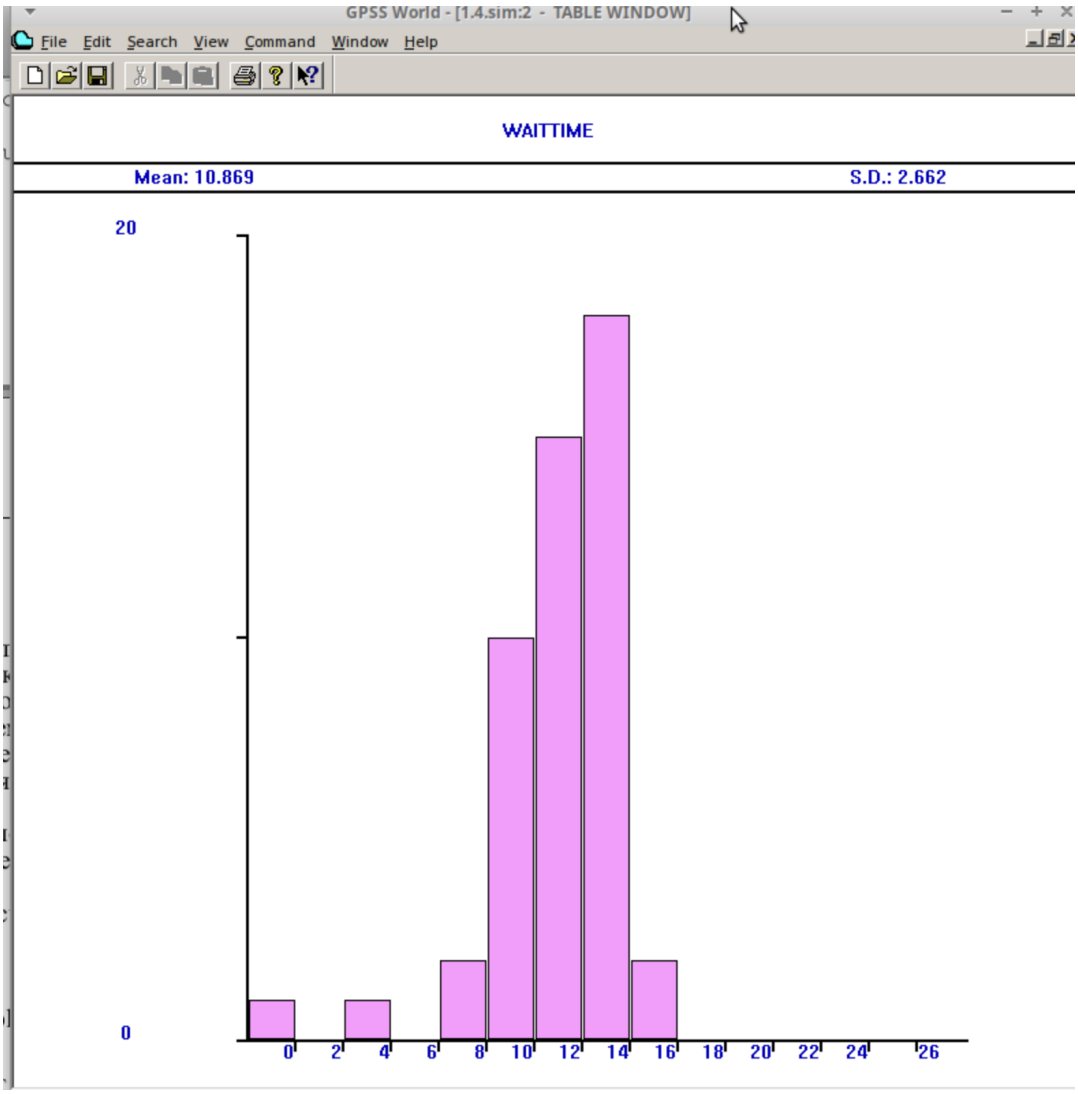


Рис. 2.8: Гистограмма распределения заявок в очереди

2.3 Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине

Необходимо реализовать отличие в оформлении обычных заказов и заказов с дополнительным пакетом услуг. Такую систему можно промоделировать с помощью двух сегментов. Один из них моделирует оформление обычных заказов, а второй – заказов с дополнительным пакетом услуг. В каждом из

сегментов пара QUEUE–DEPART должна описывать одну и ту же очередь, а пара блоков SEIZE–RELEASE должна описывать в каждом из двух сегментов одно и то же устройство и моделировать работу оператора. Код и отчет результатов моделирования следующие(рис. 2.9, 2.10).

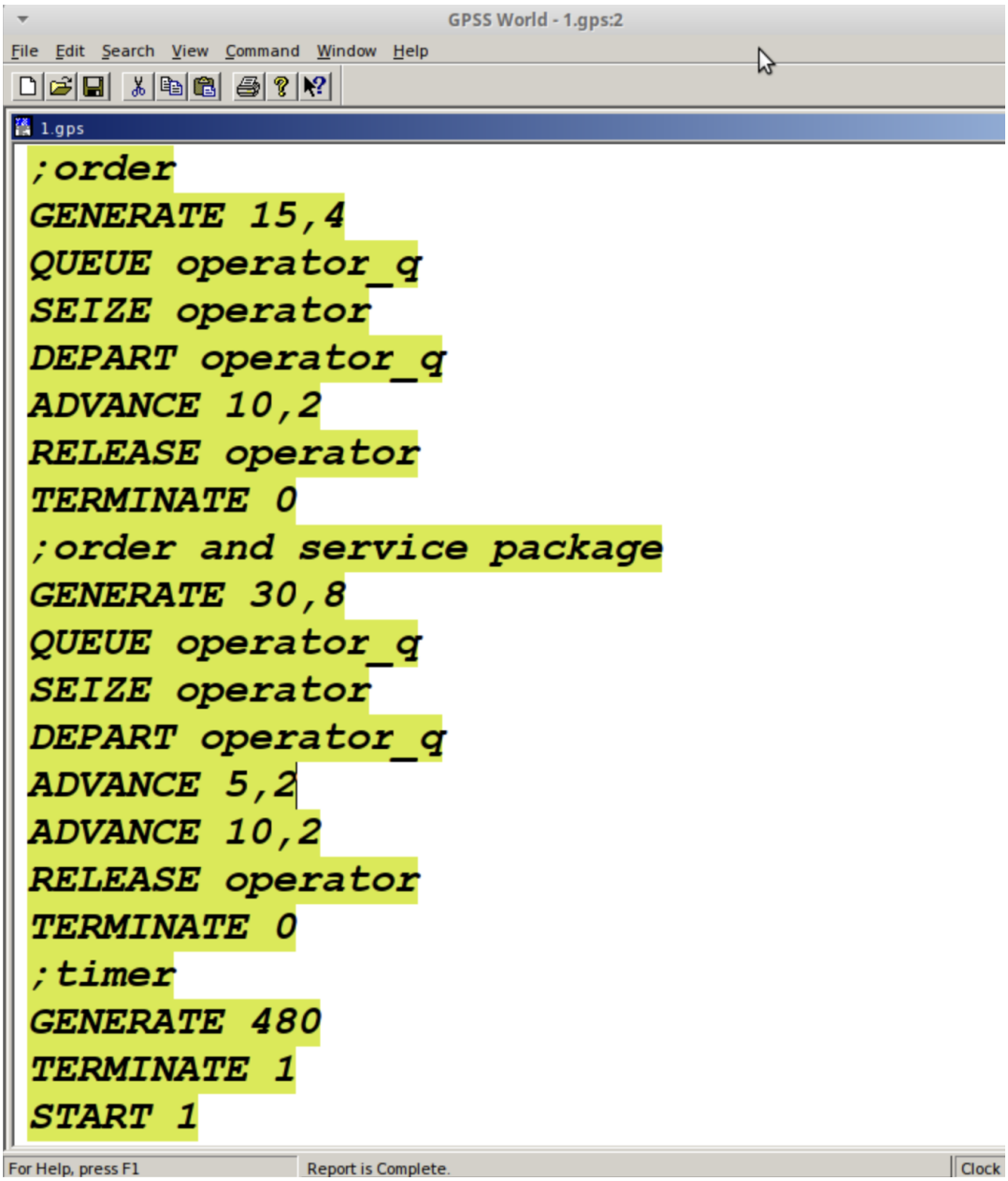


Рис. 2.9: Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине

среда, мая 07, 2025 18:12:26

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. 2.10: Отчёт по модели оформления заказов двух типов

2.3.1 Упражнение

Скорректируем модель так, чтобы учитывалось условие, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов.

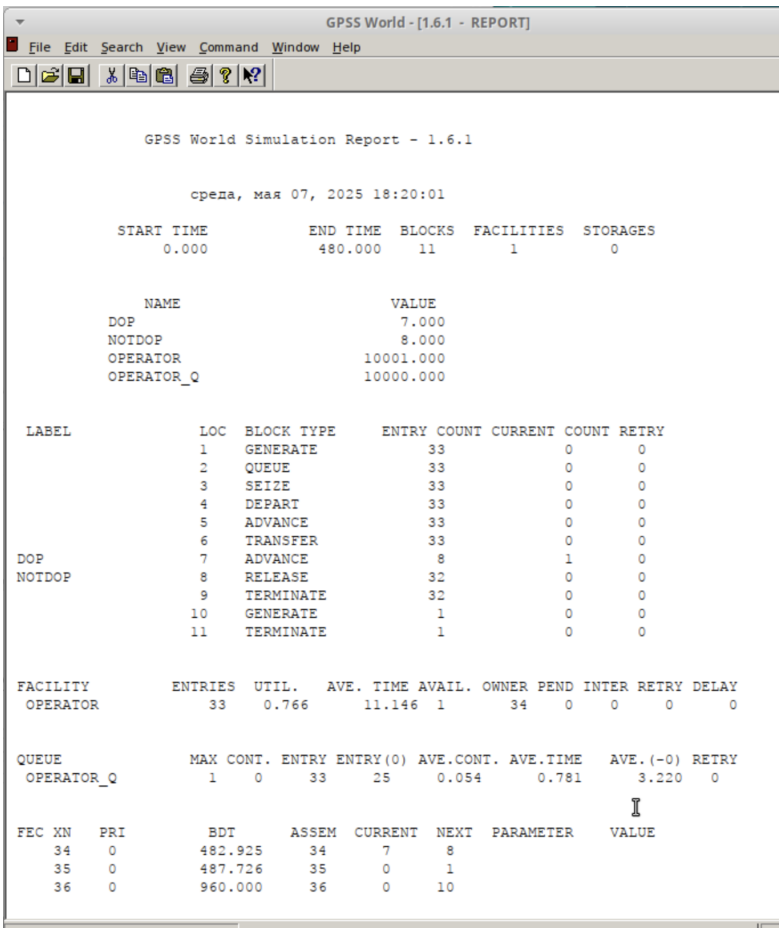
Будем использовать один блок `order`, а разделим типы заявок с помощью переходов оператором `TRANSFER`. Каждый заказ обрабатывается 10 ± 2 минуты, после этого зададим оператор `TRANSER`, в котором укажем, что с вероятность 0.7 происходит обработка заявки(переход к блоку `notdop RELEASE operator`), а

с вероятностью 0.3 дополнительно заказ обрабатывается еще 5 ± 2 минуты и только после этого является обработанным(рис. 2.11).

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

Рис. 2.11: Модель обслуживания двух типов заказов с условием их распределения 3 к 7

Проанализируем результаты моделирования(рис. 2.12).



```
GPSS World - [1.6.1 - REPORT]
File Edit Search View Command Window Help

            GPSS World Simulation Report - 1.6.1

                 среда, мая 07, 2025 18:20:01

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

            NAME                        VALUE
        DOP                              7.000
        NOTDOP                           8.000
        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
DOP                  7    ADVANCE              8             1       0
NOTDOP               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. 2.12: Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов с условием их распределения 3 к 7

2.4 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.

С помощью строки `operator STORAGE 4` указываем, что у нас 4 оператора, затем к обычной процедуре генерации и обработки заявки добавляется, что заявку обрабатывает один оператор `operator,1`, сегмент моделирования времени остается без изменений(рис. 2.13, 2.14).

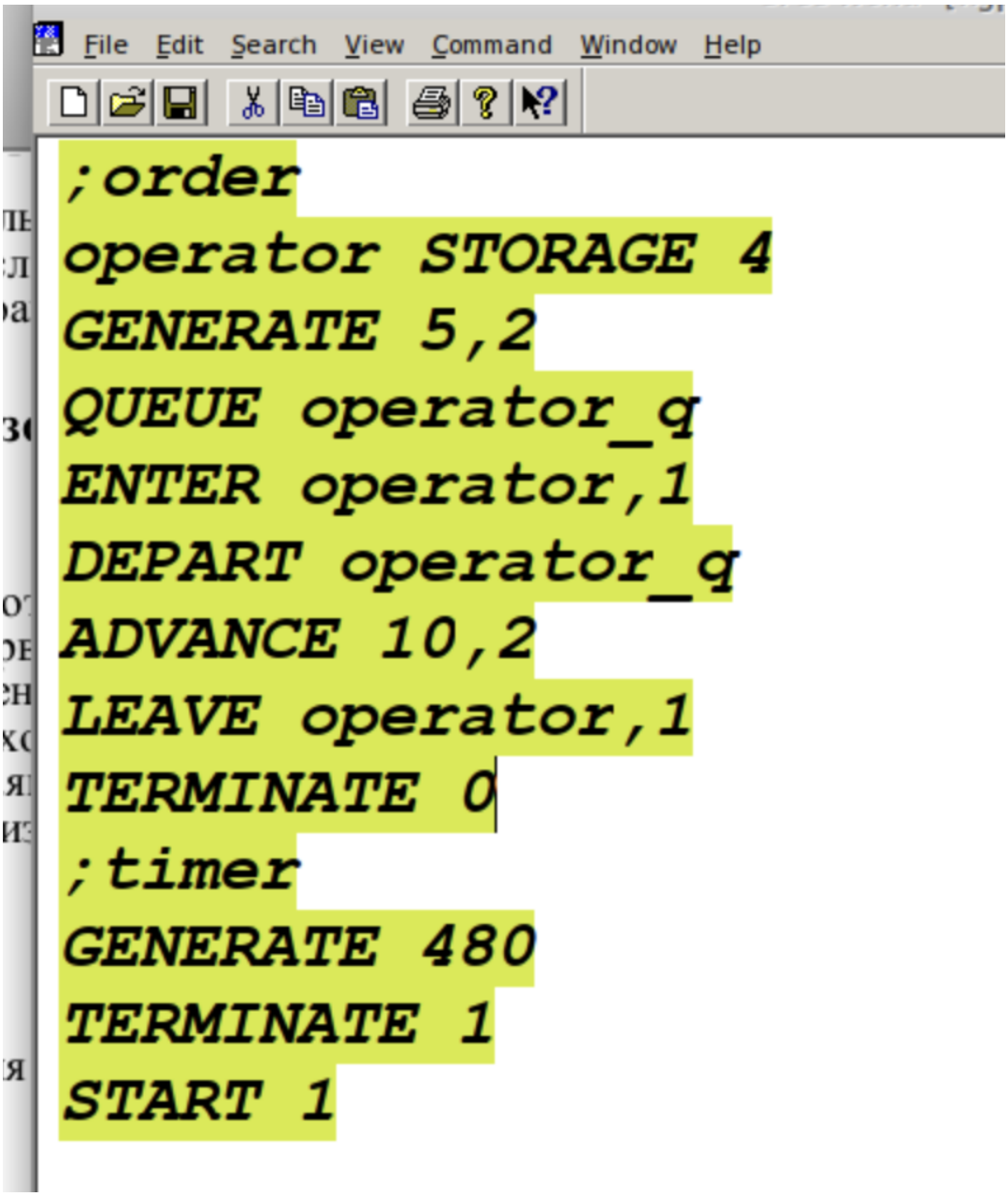


Рис. 2.13: Модель оформления заказов несколькими операторами

```
              GPSS World Simulation Report - 1.7.1


                   среда, мая 07, 2025 18:27:38

           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. 2.14: Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами

2.4.1 Упражнение

Изменим 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 (используем блок TEST и стандартный числовой атрибут Qj текущей длины очереди j).

Добавим строчку `TEST LE Q$operator_q,2`, которая проверяет больше ли в очереди клиентов, чем два, если нет – клиент поступает на обработку, иначе уходит. Также в ранее проанализированном отчете видно, что клиентов в очереди не было больше 2, поэтому увеличим время обработки заказов до 30 ± 2 мин., чтобы проверить результаты изменений модели(рис. 2.15).

```
;order
operator STORAGE 4
GENERATE 5,2
TEST LE Q$operator_q,2
QUEUE operator_q
ENTER operator,1
DEPART operator_q
ADVANCE 30,2
LEAVE operator,1
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

Рис. 2.15: Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов

Проанализируем полученный отчет(рис. 2.16).

GPSS World Simulation Report - 1.10.1

среда, мая 07, 2025 18:36:16

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	94	27	0
	2	TEST	67	0	0
	3	QUEUE	67	3	0
	4	ENTER	64	0	0
	5	DEPART	64	0	0
	6	ADVANCE	64	4	0
	7	LEAVE	60	0	0
	8	TERMINATE	60	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	3	3	67	4	2.701	19.347	20.576	27

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
OPERATOR	4	0	0	4	64	1	3.885	0.971	0	3

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
96	0	480.736	96	0	1		
62	0	491.784	62	6	7		
63	0	491.929	63	6	7		
64	0	495.070	64	6	7		
65	0	499.648	65	6	7		
97	0	960.000	97	0	9		

Рис. 2.16: Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов

3 Выводы

В результате выполнения работы были реализованы с помощью gpss: - модель оформления заказов клиентов одним оператором с разными входными данными - построение гистограммы распределения заявок в очереди - модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине - модель оформления заказов несколькими операторами

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Лабораторная работа 14. Модели обработки заказов [Электронный ресурс].
2. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Имитационное моделирование в GPSS [Электронный ресурс].