

# **Лабораторная работа 14**

**Модели обработки заказов**

Шуваев Сергей Александрович

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
3.1	Модель оформления заказов клиентов одним оператором . . . . .	6
3.2	Построение гистограммы распределения заявок в очереди . . . . .	12
3.3	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине . . . . .	17
3.4	Модель оформления заказов несколькими операторами . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>31</b>

## Список иллюстраций

3.1	Модель оформления заказов клиентов одним оператором . . . .	7
3.2	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине . . . .	8
3.3	Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов	10
3.4	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов	11
3.5	Построение гистограммы распределения заявок в очереди . . . .	13
3.6	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди . . . .	14
3.7	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди . . . .	15
3.8	Гистограмма распределения заявок в очереди . . . . .	17
3.9	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине . . . . .	18
3.10	Отчёт по модели оформления заказов двух типов . . . . .	19
3.11	Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов . . . . .	21
3.12	Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов . . . . .	22
3.13	Модель оформления заказов несколькими операторами . . . . .	25
3.14	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами	26
3.15	Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов . . . . .	28
3.16	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов . . . . .	29

# 1 Цель работы

Реализовать модели обработки заказов и провести анализ результатов.

## 2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- модель оформления заказов клиентов одним оператором;
- построение гистограммы распределения заявок в очереди;
- модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине;
- модель оформления заказов несколькими операторами.

## 3 Выполнение лабораторной работы

### 3.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором

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

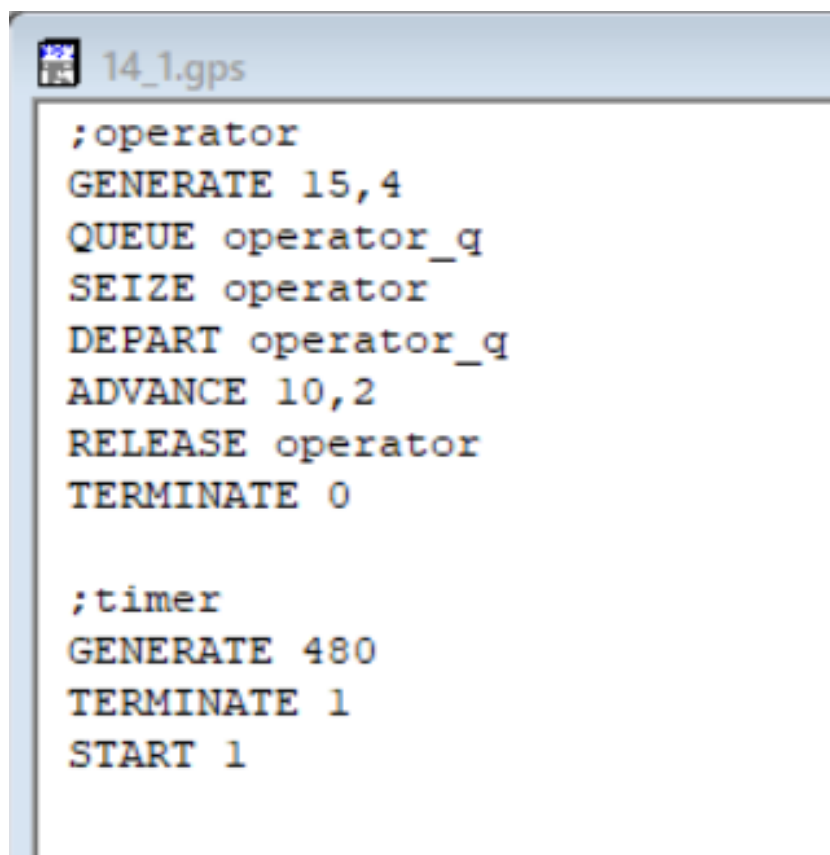
- 1) клиент оставляет заявку на заказ в интернет-магазине;
- 2) если необходимо, заявка от клиента ожидает в очереди освобождения оператора для оформления заказа;
- 3) заявка от клиента принимается оператором для оформления заказа;
- 4) оператор оформляет заказ;
- 5) клиент получает подтверждение об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

начинается 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. 3.1).



```
;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
```

Рис. 3.1: Модель оформления заказов клиентов одним оператором

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 3.2).

GPSS World Simulation Report - 14_1.1.1									
Friday, May 09, 2025 14:18:13									
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. 3.2: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=480.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=9;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0. Имена, используемые в программе модели: operator, operator\_q.

Далее идёт информация о блоках текущей модели, в частности, ENTRY COUNT – количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования.



Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к оператору попало 33 заказа от клиентов (значение поля OWNER=33), но одну заявку оператор не успел принять в обработку до окончания рабочего времени (значение поля ENTRIES=32). Полезность работы оператора составила 0, 639. При этом среднее время занятости оператора составило 9, 589 мин.

Далее информация об очереди:

- QUEUE=operator\_q – имя объекта типа «очередь»;
- MAX=1 – в очереди находилось не более одной ожидающей заявки от клиента;
- CONT=0 – на момент завершения моделирования очередь была пуста;
- ENTRIES=32 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0)=31 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=0, 001 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=0.021 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=0, 671 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях:

- XN=33 – порядковый номер заявки от клиента, ожидающей поступления для оформления заказа у оператора;
- PRI=0 – все клиенты (из заявки) равноправны;
- BDT=489, 786 – время назначенного события, связанного с данным транзактом;
- ASSEM=33 – номер семейства транзактов;
- CURRENT=5 – номер блока, в котором находится транзакт;
- NEXT=6 – номер блока, в который должен войти транзакт.

### Упражнение

Изменим интервалы поступления заказов и время оформления клиентов (рис. 3.3).

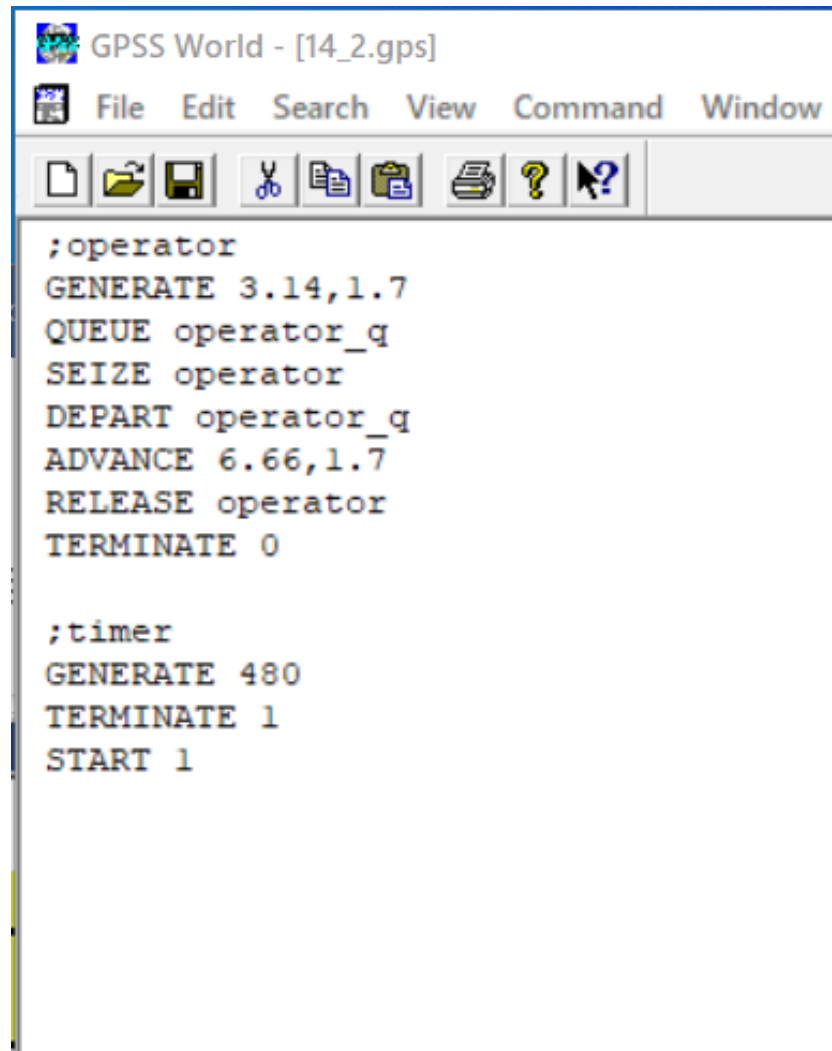


Рис. 3.3: Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 3.4).

```

GPSS World Simulation Report - 14_2.1.1

Friday, May 09, 2025 14:27:01

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. 3.4: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=480.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=9;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0.

Имена, используемые в программе модели: operator, operator\_q.

- количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования  $ENTRY\ COUNT = 152$ ;

Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к оператору попало 71 заказ от клиентов (значение поля OWNER=71), но оператор успел принять в обработку до окончания рабочего времени только 70 (значение поля ENTRIES=70). Полезность работы оператора составила 0,991. При этом среднее время занятости оператора составило 6,796 мин.

Далее информация об очереди:

- QUEUE=operator\_q – имя объекта типа «очередь»;
- MAX=82 – в очереди находилось 82 ожидающих заявок от клиента;
- CONT=82 – на момент завершения моделирования в очереди было 82 заявки;
- ENTRIES=82 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0)=1 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=39,096 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=123.461 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=123,279 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

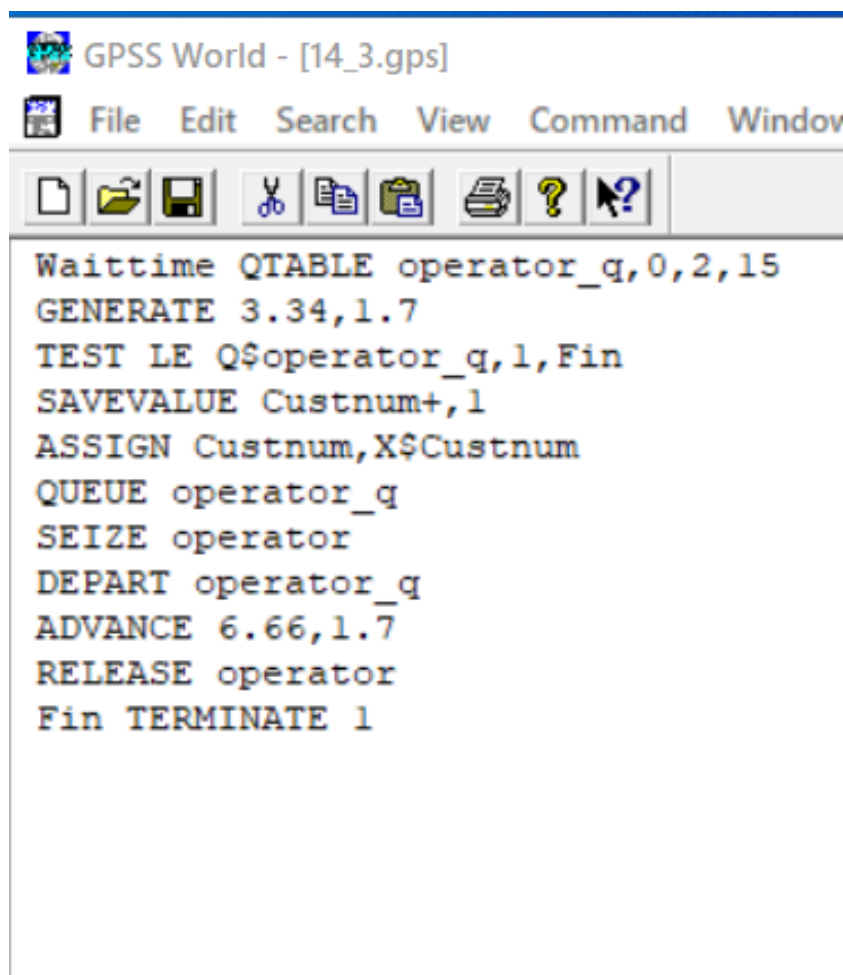
## 3.2 Построение гистограммы распределения заявок в очереди

Требуется построить гистограмму распределения заявок, ожидающих обработки в очереди в примере из предыдущего упражнения. Для построения гисто-

граммы 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. 3.5).



```
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
```

Рис. 3.5: 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.

Получим отчет симуляции и проанализируем его (рис. 3.6, 3.7).

GPSS World Simulation Report - 14_4.1.1					
Friday, May 09, 2025 14:52:05					
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

Рис. 3.6: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди

FACILITY OPERATOR	ENTRIES 54	UTIL. 0.987	AVE. TIME 6.470	AVAIL. 1	OWNER 98	PEND 0	INTER 0	RETRY 0	DELAY 1
QUEUE OPERATOR_Q	MAX 2	CONT. 2	ENTRY 55	ENTRY (0) 1	AVE.CONT. 1.652	AVE.TIME 10.628	AVE. (-0) 10.824	RETRY 0	
TABLE WAITTIME	MEAN 10.709	STD.DEV. 2.702	RANGE		RETRY 0	FREQUENCY	CUM.%		
			0.000 -	0.000		1	1.89		
			2.000 -	2.000		0	1.89		
			4.000 -	4.000		1	3.77		
			6.000 -	6.000		0	3.77		
			8.000 -	8.000		4	11.32		
			10.000 -	10.000		12	33.96		
			12.000 -	12.000		17	66.04		
			14.000 -	14.000		14	92.45		
			16.000 -	16.000		4	100.00		
SAVEVALUE CUSTNUM	RETRY 0	VALUE 55.000							
CEC XN 98	PRI 0	M1 341.236	ASSEM 98	CURRENT 6	NEXT 7	PARAMETER CUSTNUM	VALUE 54.000		
FEC XN 103	PRI 0	BDT 356.553	ASSEM 103	CURRENT 0	NEXT 1	PARAMETER	VALUE		

Рис. 3.7: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=353.895;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=10;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0.

Имена, используемые в программе модели: operator, operator\_q.

- количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования ENTRY COUNT = 102;

Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к оператору попало 98 заказов от клиентов (значение поля OWNER=98), но оператор успел принять в обработку до окончания рабочего времени только 54 (значение поля ENTRIES=54). Полезность работы оператора составила 0,987. При этом среднее время занятости оператора составило 6,470 мин.

Далее информация об очереди:

- QUEUE=operator\_q – имя объекта типа «очередь»;
- MAX=2 – в очереди находилось не более двух ожидающих заявок от клиента;
- CONT=2 – на момент завершения моделирования в очереди было два клиента;
- ENTRIES=55 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0)=1 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=1,652 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=10.628 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=10,824 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

Также появилась таблица с информацией для гистограммы: частотность разделена на 15 частотных интервалов с шагом 2 и началом в 0, как мы и задали. Наибольшее количество заявок(17) обрабатывалось в диапазоне 10-12 минут.

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

Проанализируем гистограмму (рис. 3.8).



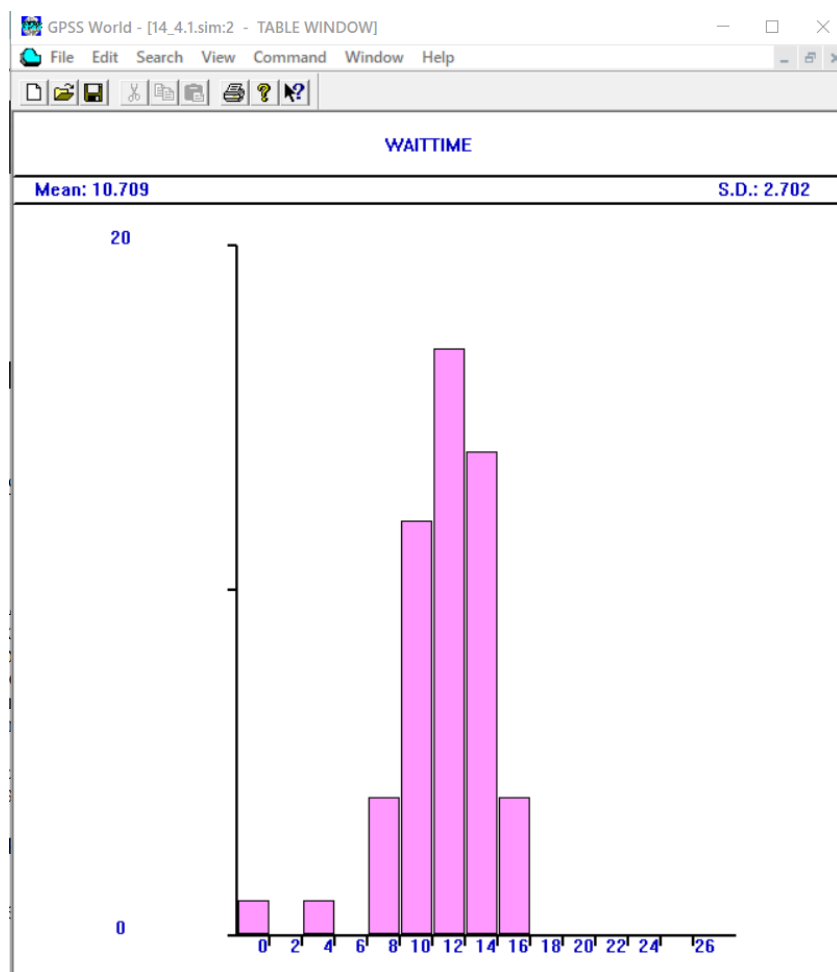


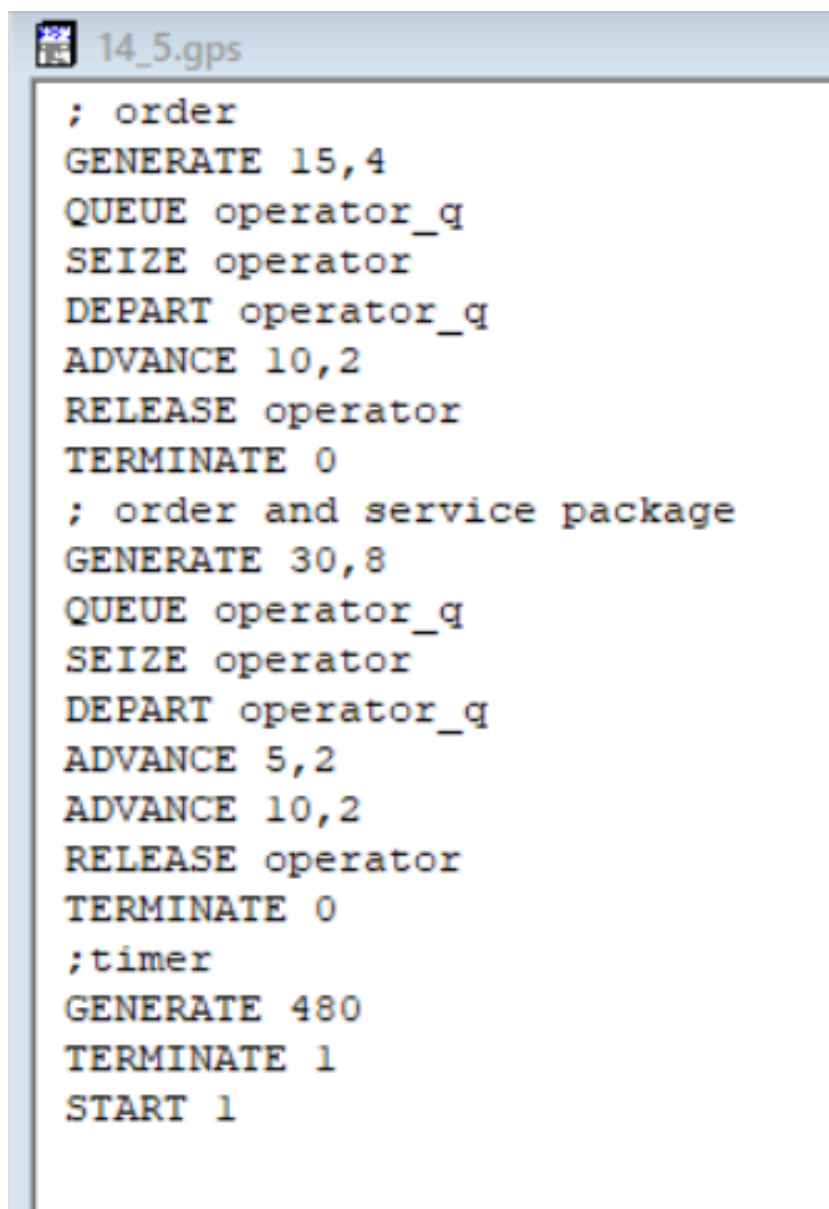
Рис. 3.8: Гистограмма распределения заявок в очереди

Частотность разделена на 15 частотных интервалов с шагом 2 и началом в 0, как мы и задали. Наибольшее количество заявок (17) обрабатывалось 10-12 минут, 14 заявок – 12-14 минут, 12 заявок – 8-10 минут, в остальных диапазонах 0-4 заявок.

### 3.3 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. 3.9, 3.10).



```
14_5.gps
; 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
```

Рис. 3.9: Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине

Model 3.1.1 - REPORT

суббота, июня 08, 2024 18:12:40

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		

Рис. 3.10: Отчёт по модели оформления заказов двух типов

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=480.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=17;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0.

Имена, используемые в программе модели: operator, operator\_q.

- количество транзактов, вошедших в блок первого типа заказов с начала процедуры моделирования ENTRY COUNT = 32, а второго типа(с дополнительными услугами) ENTRY COUNT = 15; обработано  $12+27 = 39$ ;

Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к оператору попало 42 заказ от клиентов (значение поля OWNER=42), но оператор успел принять в обработку до окончания рабочего времени только 40 (значение поля ENTRIES=40). Полезность работы оператора составила 0,947. При этом среднее время занятости оператора составило 11,365 мин.

Далее информация об очереди:

- QUEUE=operator\_q – имя объекта типа «очередь»;
- MAX=8 – в очереди находилось не более двух ожидающих заявок от клиента;
- CONT=7 – на момент завершения моделирования в очереди было 7 клиентов;
- ENTRIES=47 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- 'ENTRIES(0)=2 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=3,355 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=34,261 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=35,784 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### **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  $10 \pm 2$  минуты,

после этого зададим оператор TRANSFER, в котором укажем, что с вероятностью 0.7 происходит обработка заявки (переход к блоку noextra RELEASE operator), а с вероятностью 0.3 дополнительно заказ обрабатывается еще  $5 \pm 2$  минуты (переход к блоку extra ADVANCE 5,2) и только после этого является обработанным (рис. 3.11).

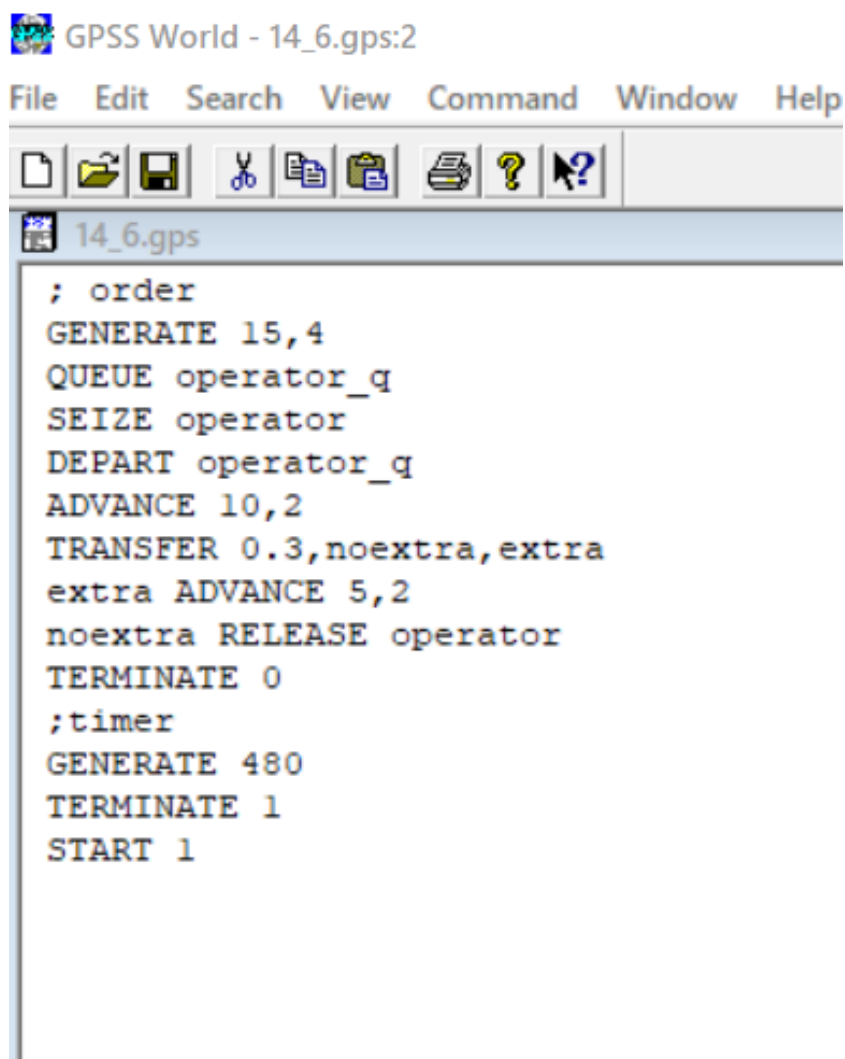


Рис. 3.11: Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов

Проанализируем результаты моделирования (рис. 3.12).

```

GPSS World Simulation Report - 14_6.1.1

Friday, May 09, 2025 15:21:22

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

NAME            VALUE
EXTRA            7.000
NOEXTRA          8.000
OPERATOR         10001.000
OPERATOR_Q       10000.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
1               1    GENERATE    33           0           0
2               2    QUEUE      33           0           0
3               3    SEIZE     33           0           0
4               4    DEPART   33           0           0
5               5    ADVANCE  33           0           0
6               6    TRANSFER 33           0           0
EXTRA           7    ADVANCE  8            1           0
NOEXTRA         8    RELEASE 32           0           0
9               9    TERMINATE 32           0           0
10              10   GENERATE  1            0           0
11              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. 3.12: Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=480.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=11;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0.

Имена, используемые в программе модели: operator, operator\_q.

- количество транзактов, вошедших в блок заказов с начала процедуры моделирования  $ENTRY\ COUNT = 33$ , при этом из них второго типа (с дополнительными услугами)  $ENTRY\ COUNT = 8$ ; обработано 32 заказа;

Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к оператору попало 34 заказа от клиентов (значение поля OWNER=34), но оператор успел принять в обработку до окончания рабочего времени только 33 (значение поля ENTRIES=33). Полезность работы оператора составила 0,766. При этом среднее время занятости оператора составило 11,146 мин.

Далее информация об очереди:

- QUEUE=operator\_q – имя объекта типа «очередь»;
- MAX=1 – в очереди находилось не более двух ожидающих заявок от клиента;
- CONT=0 – на момент завершения моделирования в очереди было ноль клиентов;
- ENTRIES=33 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0)=25 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=0,054 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=0.781 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=3,220 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### 3.4 Модель оформления заказов несколькими операторами

В интернет-магазине заказы принимают 4 оператора. Интервалы поступления заказов распределены равномерно с интервалом  $5 \pm 2$  мин. Время оформления заказа каждым оператором также распределено равномерно на интервале  $10 \pm 2$  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. 3.13).



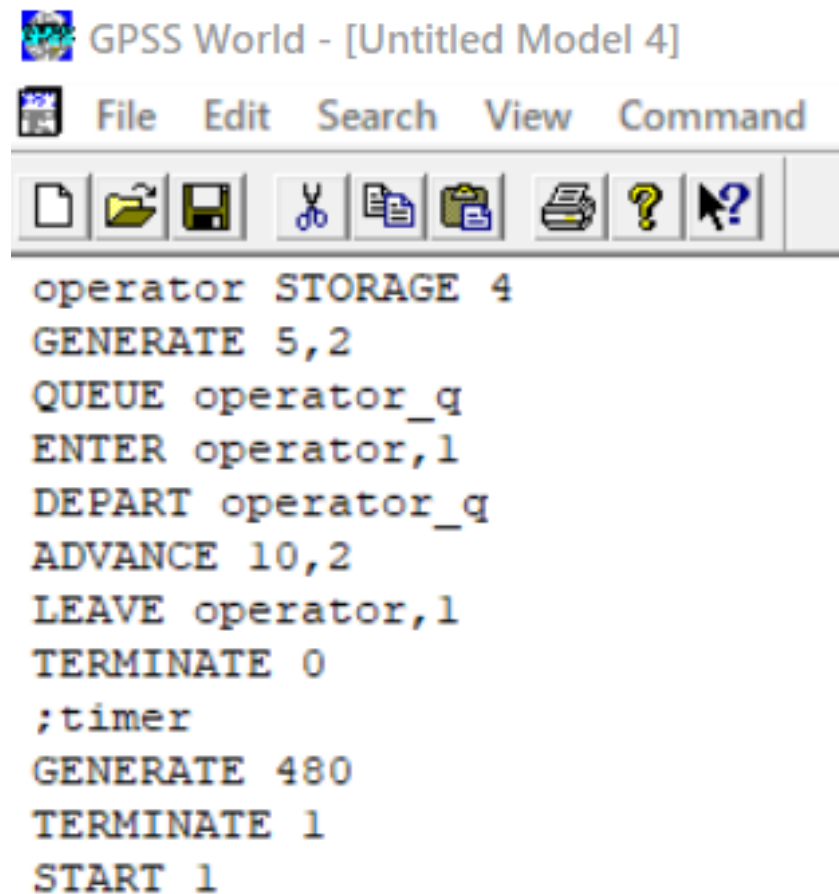


Рис. 3.13: Модель оформления заказов несколькими операторами

Далее получим и проанализируем отчет (рис. 3.14).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.2.1									
Friday, May 09, 2025 15:29:51									
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. 3.14: Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=480.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=9;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0.

Имена, используемые в программе модели: operator, operator\_q.

- количество транзактов, вошедших в блок заказов с начала процедуры моделирования ENTRY COUNT = 93; обработан 91 заказ;

Далее информация об очереди:

- `QUEUE=operator_q` – имя объекта типа «очередь»;
- `MAX=1` – в очереди находилось не более двух ожидающих заявок от клиента;
- `CONT=0` – на момент завершения моделирования в очереди было ноль клиентов;
- `ENTRIES=93` – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- `ENTRIES(0)=93` – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- `AVE.CONT=0,000` – заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- `AVE.TIME=0.000` минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- `AVE.(-0)=0,000` минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

Затем идёт информация о многоканальном устройстве `STORAGE` (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к операторам попало 93 заказа от клиентов, но не указано, сколько операторы успели принять в обработку. Полезность работы операторов составила 0,482. При этом среднее время занятости оператора составило 1,926 мин. Также появились значения, характерные для `STORAGE`: вместительность 4, максимальное число одновременно работающих операторов – 4, минимальное – 0.

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### **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  $30 \pm 2$  мин., чтобы проверить результаты изменений модели (рис. 3.15).

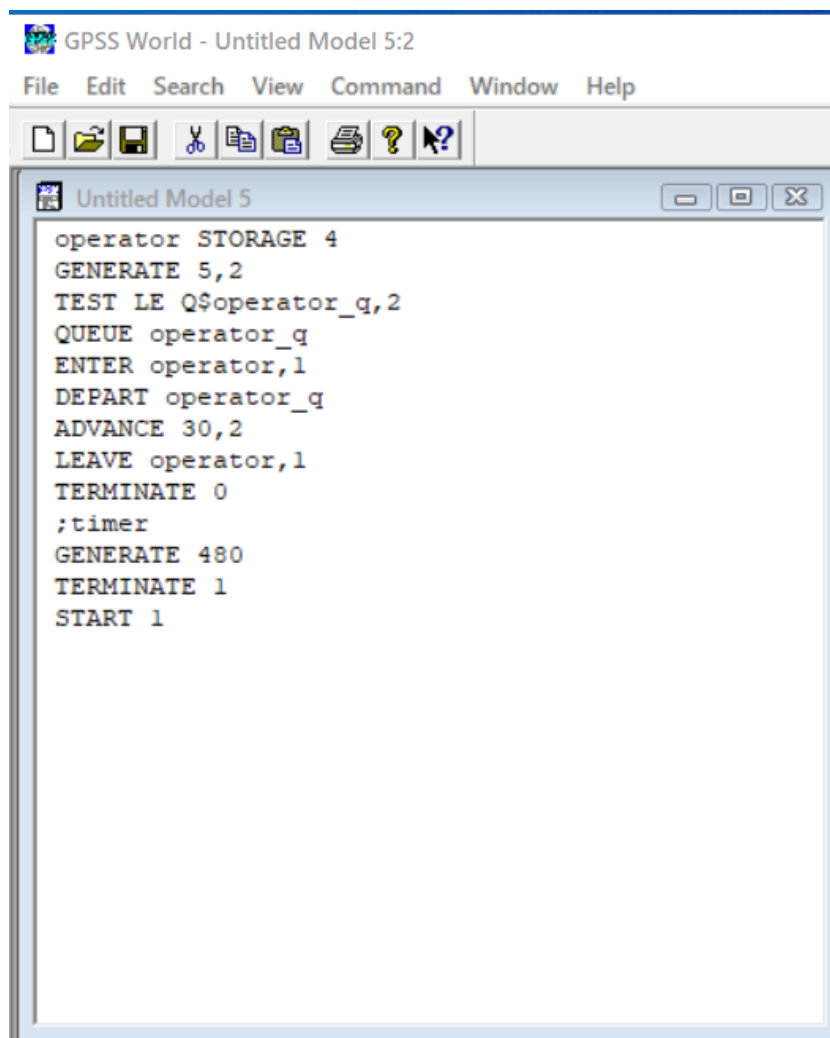


Рис. 3.15: Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов

Проанализируем полученный отчет (рис. ~ 3.16).

GPSS World - [14.8.1.1 - REPORT]

File Edit Search View Command Window Help

GPSS World Simulation Report - 14\_8.1.1

Friday, May 09, 2025 15:40:02

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

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=480.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=9;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: STORAGES=0.

Имена, используемые в программе модели: `operator`, `operator_q`.

- количество транзактов, вошедших в блок заказов с начала процедуры моделирования `ENTRY COUNT = 94`; обработано 60 заказа; 27 человек отказались оставлять заявки, поскольку очередь была более 2ух заявок.

Далее информация об очереди:

- `QUEUE=operator_q` – имя объекта типа «очередь»;
- `MAX=3` – в очереди находилось не более трех ожидающих заявок от клиента(как и было указано);
- `CONT=3` – на момент завершения моделирования в очереди было ноль клиентов;
- `ENTRIES=67` – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- `ENTRIES(0)=4` – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- `AVE . CONT=2,701` – заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- `AVE . TIME=19,347` минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- `AVE . (-0)=20,576` минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

Затем идёт информация о многоканальном устройстве `STORAGE` (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к операторам попало 64 заказов от клиентов. Полезность работы операторов составила 0,971. При этом среднее время занятости оператора составило 3,885 мин. Также появились значения, характерные для `STORAGE`: вместительность 4, максимальное число одновременно работающих операторов – 4, минимальное – 0.

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

## 4 Выводы

В результате была реализована с помощью gpss:

- модель оформления заказов клиентов одним оператором;
- построение гистограммы распределения заявок в очереди;
- модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине;
- модель оформления заказов несколькими операторами.