

# **Лабораторная работа 14**

**Модели обработки заказов**

Алади Принц Чисом

# 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 . . . . .	11
3.3	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине . . . . .	16
3.4	Модель оформления заказов несколькими операторами . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>28</b>

## Список иллюстраций

3.1	Модель оформления заказов клиентов одним оператором . . . .	7
3.2	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине . . .	7
3.3	Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов	9
3.4	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов	10
3.5	Построение гистограммы распределения заявок в очереди . . . .	12
3.6	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди . . . .	13
3.7	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди . . . .	14
3.8	Гистограмма распределения заявок в очереди . . . . .	16
3.9	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине . . . . .	17
3.10	Отчёт по модели оформления заказов двух типов . . . . .	17
3.11	Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов . . . . .	19
3.12	Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов . . . . .	20
3.13	Модель оформления заказов несколькими операторами . . . . .	22
3.14	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами	23
3.15	Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов . . . . .	25
3.16	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов . . . . .	26

# **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).

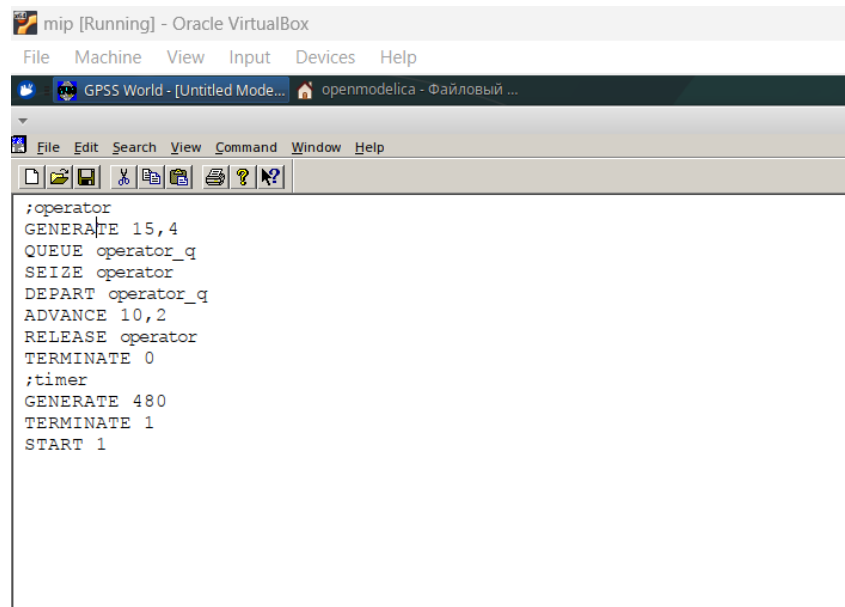


Рис. 3.1: Модель оформления заказов клиентов одним оператором

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 3.2).

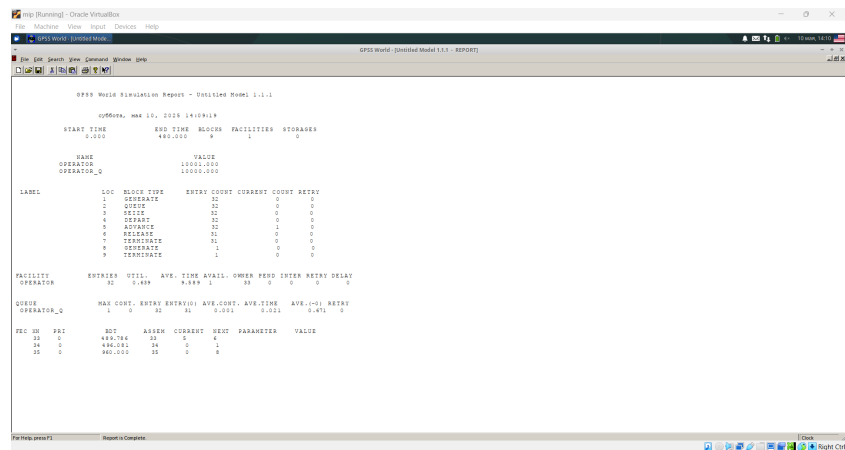


Рис. 3.2: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине

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).

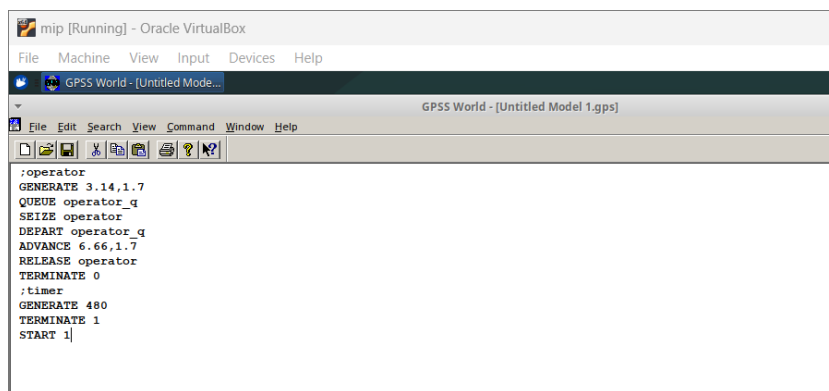


Рис. 3.3: Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 3.4).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.3.1

cy66ora, max 10, 2025 14:24:59

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	182	0	0
2		QUEUE	182	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.	ORDER PEND	ENTER	RETRY	DELAY
OPERATOR	70	0.991	6.788	1	71	0	82

QUEUE	NAME	COUNT	ENTRY	ENTRY(S)	AVE.COUNT	AVE.TIME	AVE.(+0)	RETRY
OPERATOR_Q	82	82	182	1	39.094	123.461	124.278	0

PEC	XX	PRI	ROT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
71	0		480.405	71	8	8		
154	0		483.330	154	0	1		
155	0		480.000	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 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: А задается элемент данных, чье частотное распределение будет заноситься в таблицу (может быть именем, выражением в скобках или системным числовым атрибутом (СЧА)); В задается верхний предел первого частотного интервала; С 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).

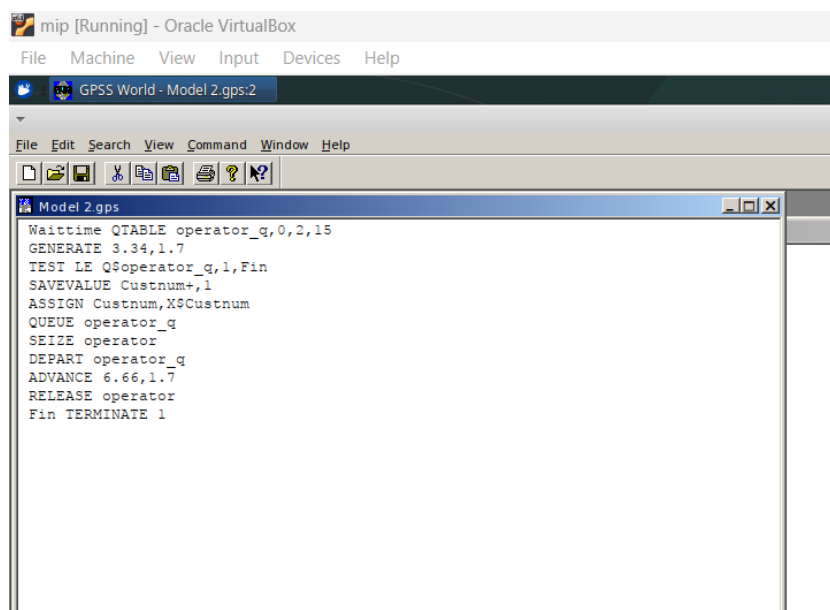


Рис. 3.5: Построение гистограммы распределения заявок в очереди

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).

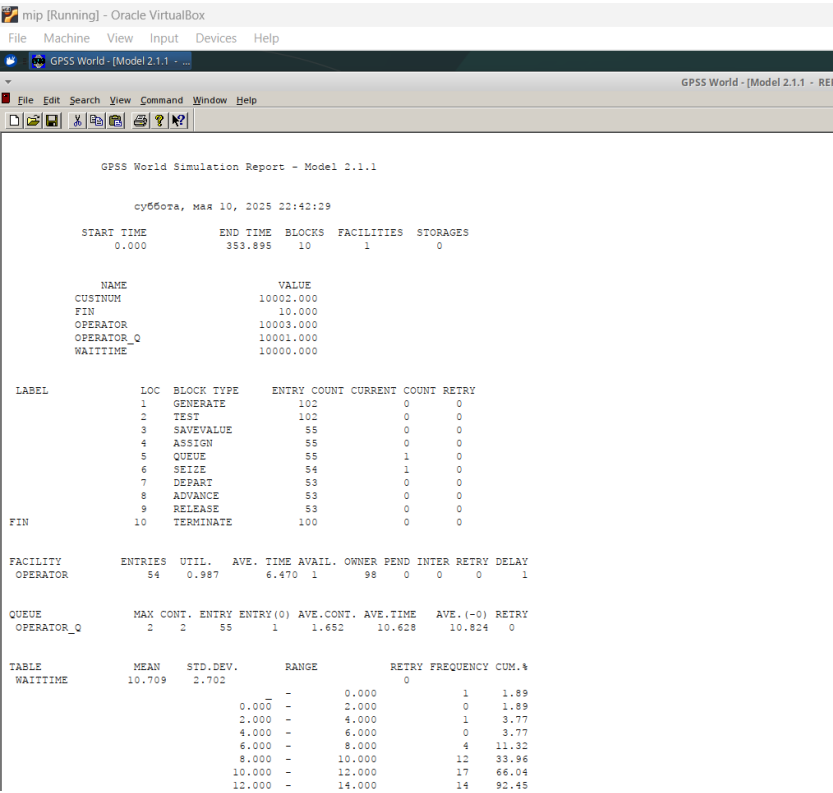


Рис. 3.6: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди

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		SETTE	54	1	0	
7		DEPART	53	0	0	
8		ADVANCE	53	0	0	
9		RELEASE	53	0	0	
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	66.94
			12.000 -	14.000	14	92.45
			14.000 -	16.000	4	100.00

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
CUSTNUM	0	55.000

CEC	YN	PRI	MI	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
98		0	341.236	98	6	7		
							CUSTNUM	54.000

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).

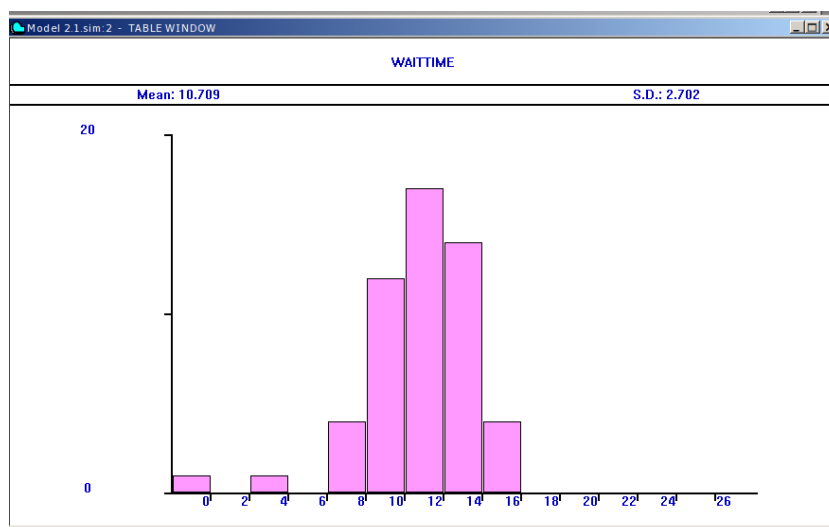


Рис. 3.8: Гистограмма распределения заявок в очереди

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).



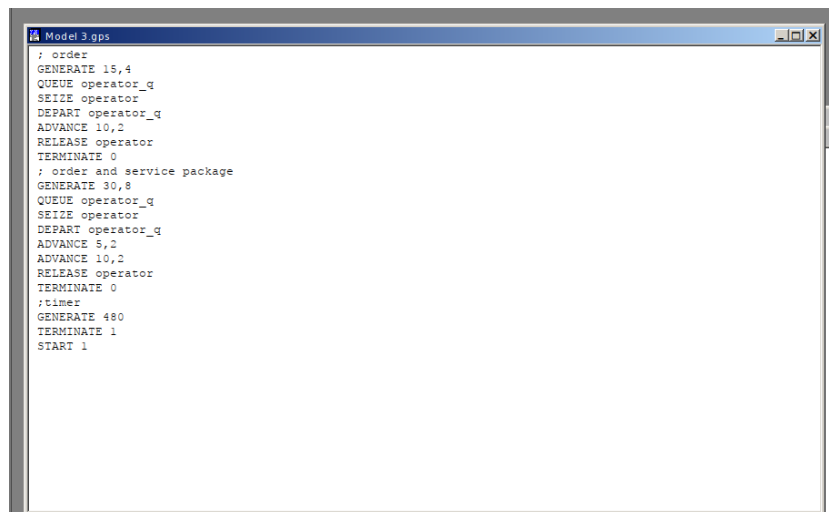


Рис. 3.9: Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине

GPSS World Simulation Report - Model 3.1.1

суббота, мар 10, 2015 23:07:03

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. 3.10: 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;

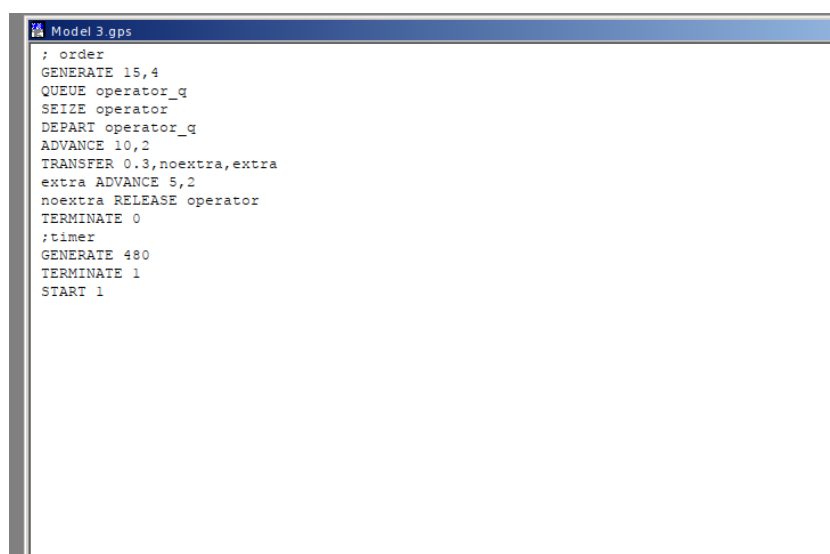
- AVE.TIME=34,261 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE.(-0)=35,784 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

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).



```

Model 3.gps
; order
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
TRANSFER 0.3,noextra,extra
extra ADVANCE 5,2
noextra RELEASE operator
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1

```

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 - Model 3.2.1

суббота, мар 10, 2025 23:16:39

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		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	
EXTRA	7	ADVANCE	8	1	0	
NOEXTRA	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

PEC	XN	PRI	BOT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
34	0		481.925	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).

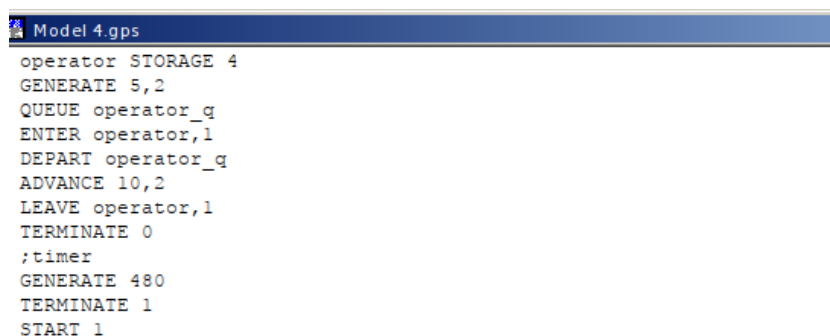
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### **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).



```
Model 4.gps
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
```

Рис. 3.13: Модель оформления заказов несколькими операторами

Далее получим и проанализируем отчет (рис. 3.14).

GPSS World Simulation Report - Model 4.1.1

cy66ora, Mar 10, 2025 23:19:58

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

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.

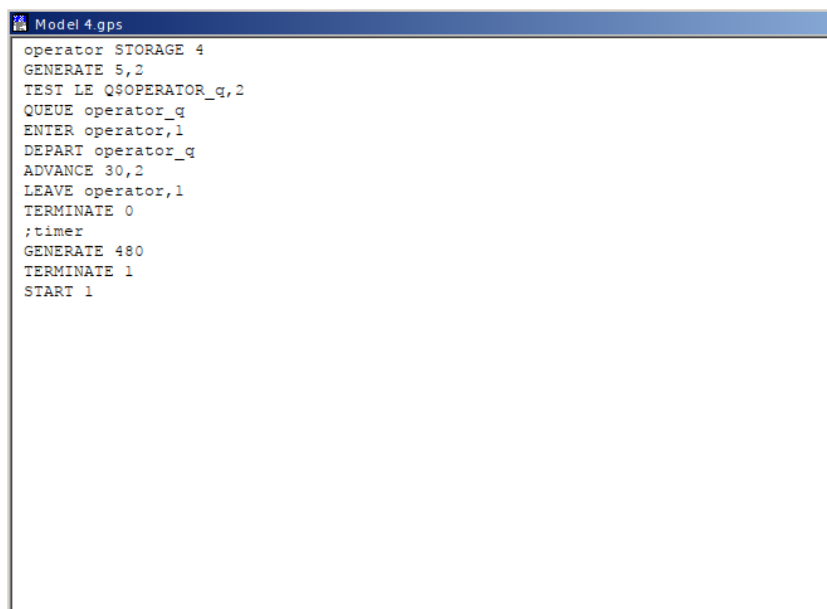
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### **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).



```
Model 4.gps
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. 3.15: Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов

Проанализируем полученный отчет (рис. ~ 3.16).

GPSS World Simulation Report - Model 4.2.1

cy66ora, Mar 10, 2025 23:26:07

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 (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 реализован 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.