

# **Лабораторная работа 14**

**Модели обработки заказов**

Ендонова Арюна Валерьевна

# Содержание

<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
Модель оформления заказов клиентов одним оператором . . . . .	6
Построение гистограммы распределения заявок в очереди . . . . .	12
Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине .	16
Модель оформления заказов несколькими операторами . . . . .	22
<b>Выводы</b>	<b>29</b>
<b>Список литературы</b>	<b>30</b>

## Список иллюстраций

1	Модель оформления заказов клиентов одним оператором . . . . .	7
2	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине . . . . .	8
3	Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов . . . . .	10
4	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов . . . . .	11
5	Построение гистограммы распределения заявок в очереди . . . . .	13
6	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди . . . . .	14
7	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди . . . . .	14
8	Гистограмма распределения заявок в очереди . . . . .	16
9	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине	17
10	Отчёт по модели оформления заказов двух типов . . . . .	18
11	Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов	20
12	Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов . . . . .	21
13	Модель оформления заказов несколькими операторами . . . . .	23
14	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами . . . . .	24
15	Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов . . . . .	26
16	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов . . . . .	27

## **Цель работы**

Реализовать модели обработки заказов и провести анализ результатов.

# 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.

# Выполнение лабораторной работы

## Модель оформления заказов клиентов одним оператором

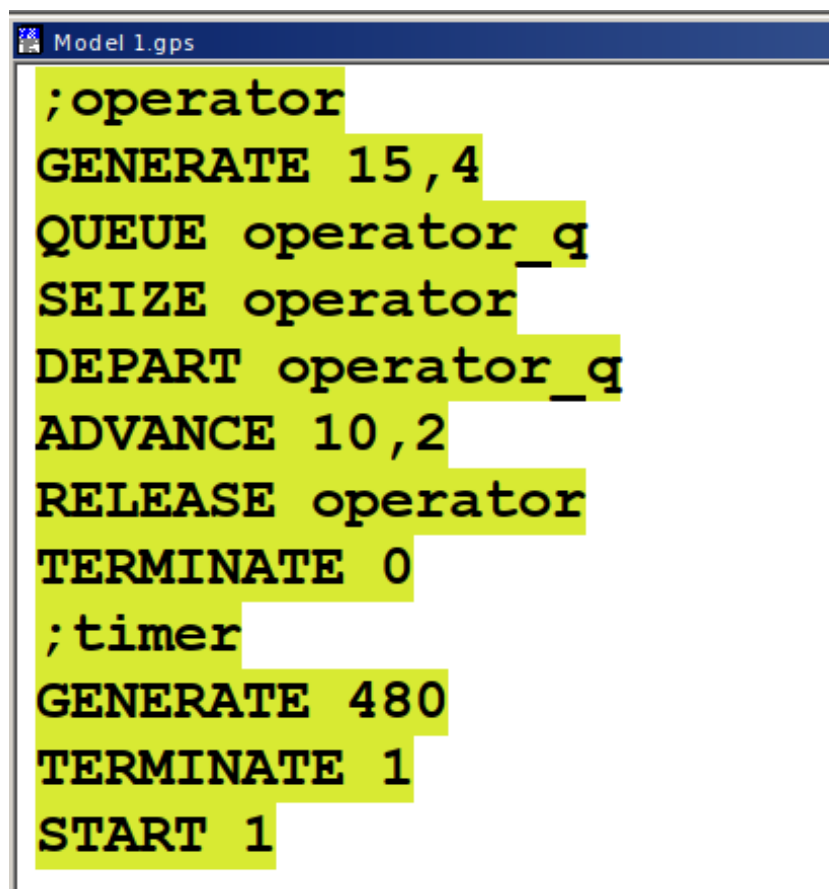
Порядок блоков в модели соответствует порядку фаз обработки заказа в реальной системе:

- 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. [-@fig:001]).



```
;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. 1: Модель оформления заказов клиентов одним оператором

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. [-@fig:002]).

Model 1.2.1 - REPORT

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: 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:

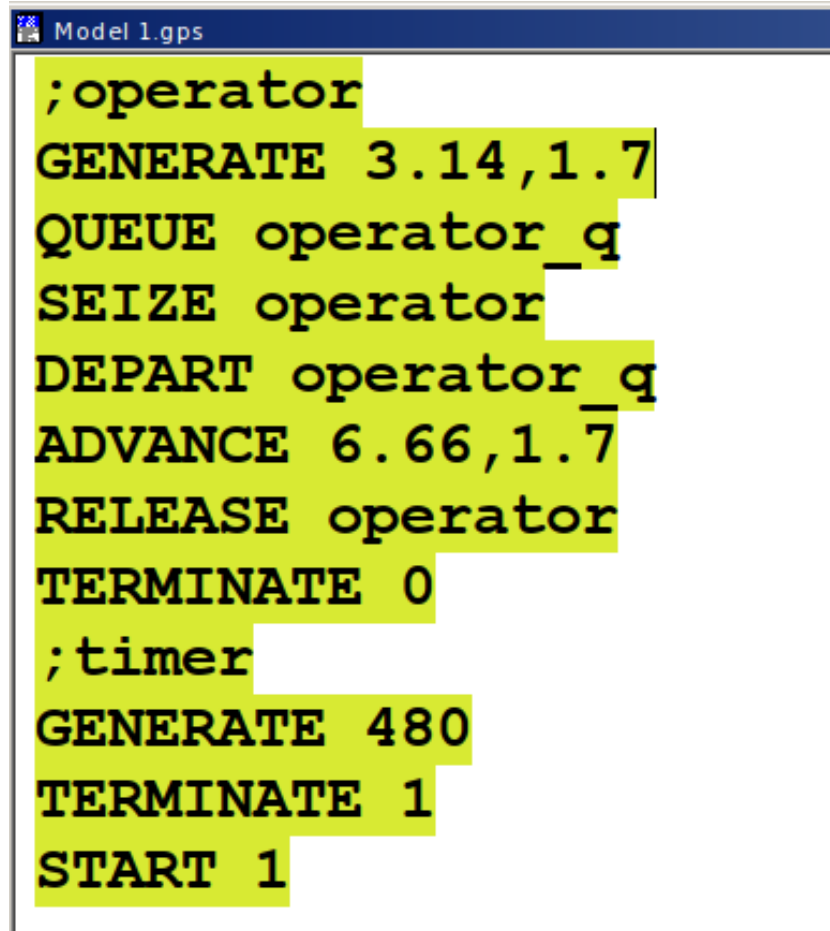
- QUEUE=operator\_q – имя объекта типа «очередь»;
- MAX=1 – в очереди находилось не более одной ожидающей заявки от клиента;
- CONT=0 – на момент завершения моделирования очередь была пуста;
- ENTRIES=32 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(O)=31 – 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. [-@fig:003]).



```
;operator  
GENERATE 3.14,1.7  
QUEUE operator_q  
SEIZE operator  
DEPART operator_q  
ADVANCE 6.66,1.7  
RELEASE operator  
TERMINATE 0  
;timer  
GENERATE 480  
TERMINATE 1  
START 1
```

Рис. 3: Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. [-@fig:004]).

Model 1.3.1 - REPORT										
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. 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(O)=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.

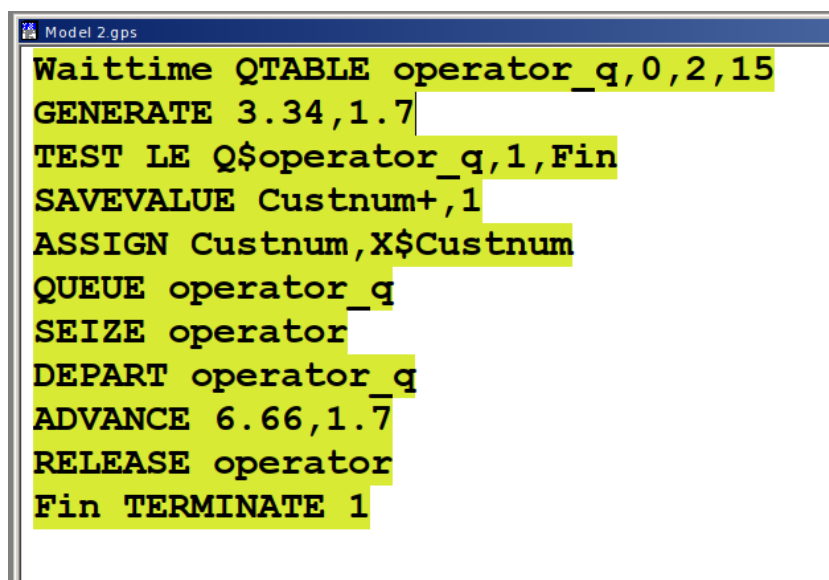
## Построение гистограммы распределения заявок в очереди

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, чье 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 задает число частотных интервалов.

Код программы будет следующим(рис. [-@fig:005]).



```
Model 2.gps
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. 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. [-@fig:006], [-@fig:007]).

START TIME	0.000	END TIME	353.895	BLOCKS	10	FACILITIES	1	STORAGES	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

Рис. 6: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди

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. 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(O)=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. [-@fig:008]).

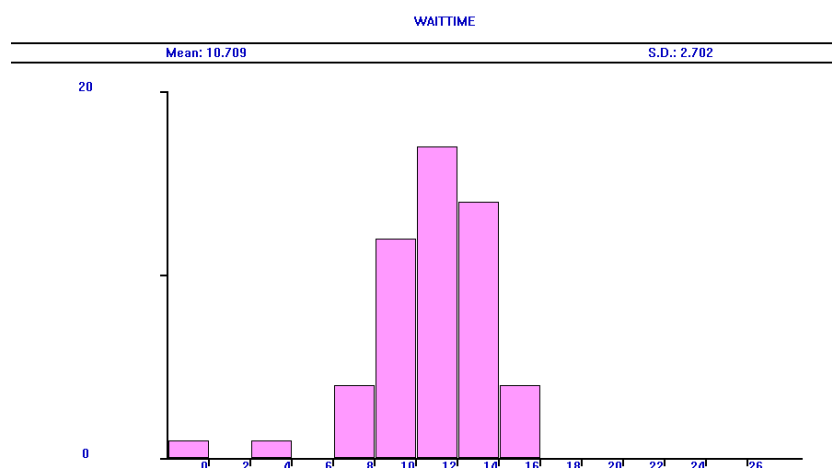


Рис. 8: Гистограмма распределения заявок в очереди

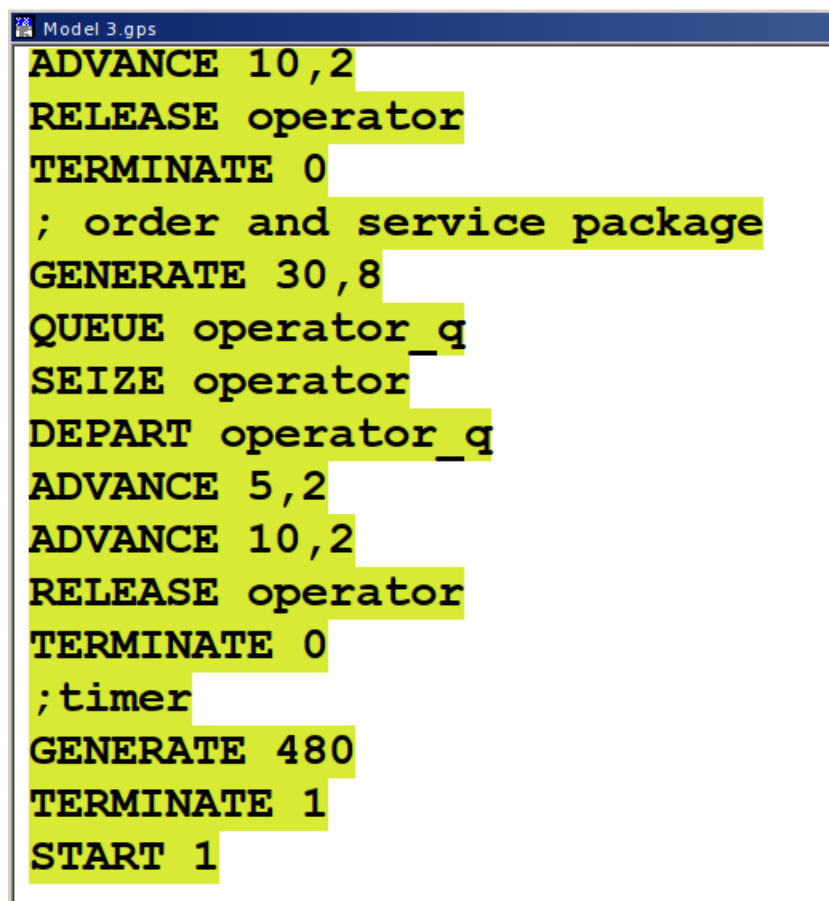
Частотность разделена на 15 частотных интервалов с шагом 2 и началом в 0, как мы и задали. Наибольшее количество заявок (17) обрабатывалось 10-12 минут, 14 заявок – 12-14 минут, 12 заявок – 8-10 минут, в остальных диапазонах 0-4 заявок.

## 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 до-



полнительным 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. [-@fig:009], [-@fig:010]).



```
Model 3.gps
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. 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. 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).

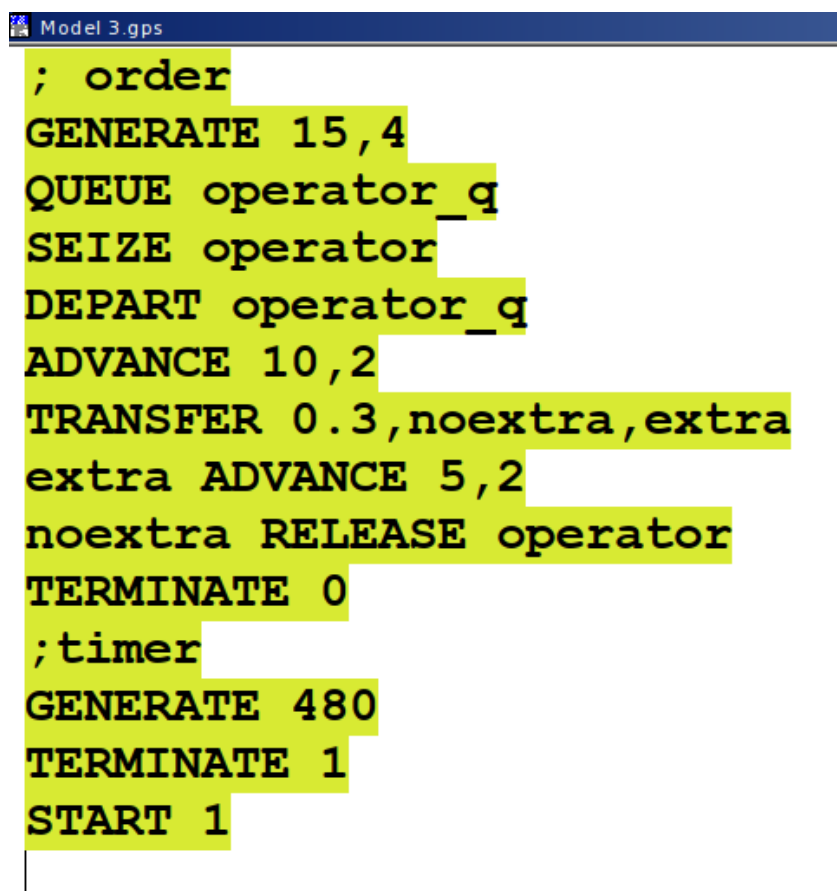
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### **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. [-@fig:011]).



```
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. 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. [-@fig:012]).

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	
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. 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 моделирова-

ния 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(O)=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).

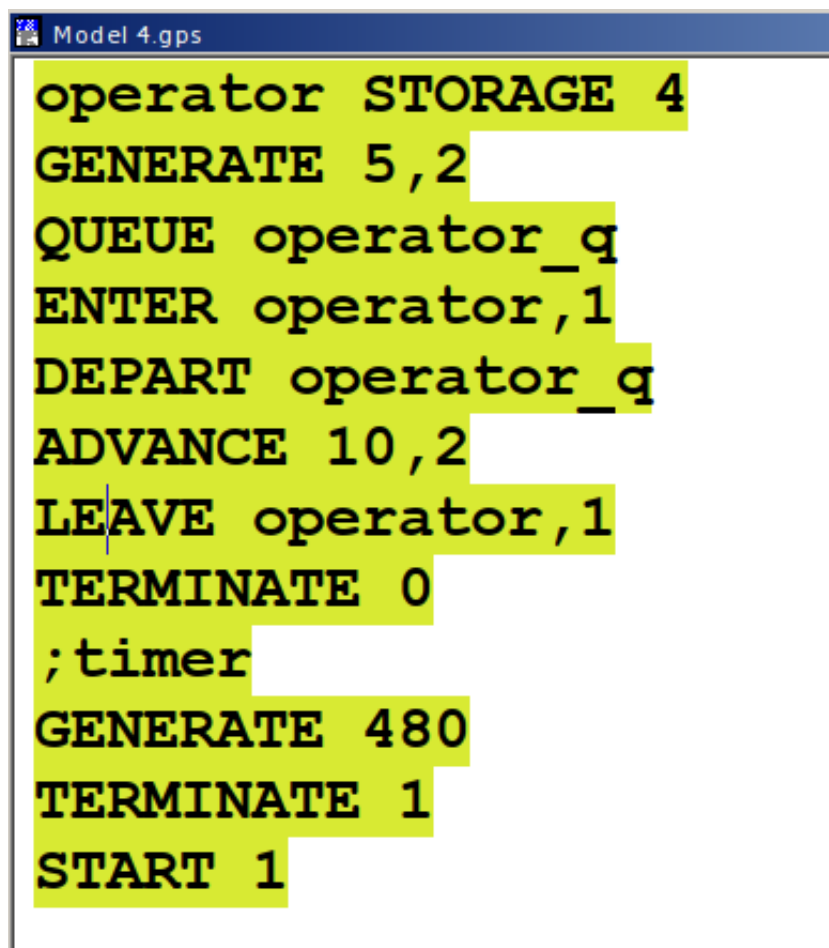
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

## **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 характери-

стики 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. [-@fig:013]).



```
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. 13: Модель оформления заказов несколькими операторами

Далее получим и проанализируем отчет (рис. [-@fig:014]).

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	

Рис. 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.

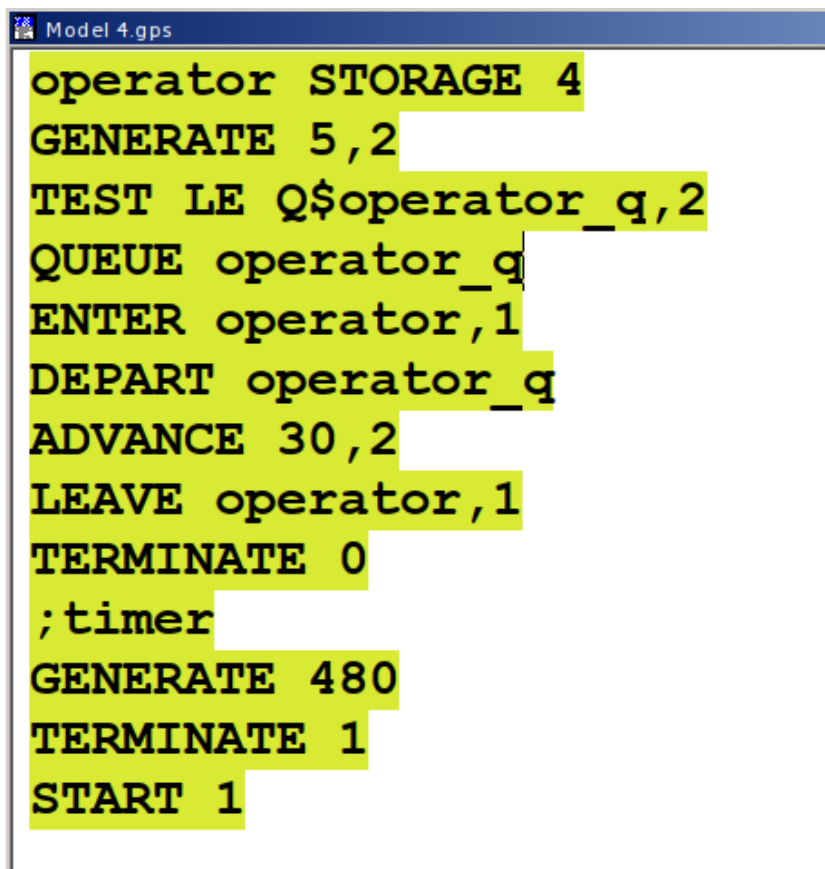
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

### **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. [-@fig:015]).



```
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. 15: Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов

Проанализируем полученный отчет (рис. [~@fig:016]).

Model 4.3.1 - REPORT

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		

Рис. 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.

## 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.

## Список литературы

- {.unnumbered} 1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №14. Модели обработки заказов. – 2025. 2. Овсянников А.В., Козел В.М. Формирование и моделирование стохастических процессов с заданными свойствами траекторий // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2016. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-i-modelirovanie-stohasticheskikh-protsessov-s-zadannymi-svoystvami-traektoriy> 3. Моделирование стохастических систем. – Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева, 2016. – URL: <https://studfile.net/preview/5553697/page:9/> 4. Стохастические методы. Имитационное моделирование. – URL: [https://polyakov.imamod.ru/arc/stud/mmca/lecture\\_06.pdf](https://polyakov.imamod.ru/arc/stud/mmca/lecture_06.pdf) 5. Кожевникова И.А., Журбенко И.Г. Стохастическое моделирование процессов.