

Лабораторная работа 14

Модели обработки заказов

Дворкина Ева Владимировна

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Теоретическое введение	6
4	Выполнение лабораторной работы	7
4.1	Модель оформления заказов клиентов одним оператором	7
4.2	Построение гистограммы распределения заявок в очереди	14
4.3	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине	19
4.4	Модель оформления заказов несколькими операторами	25
5	Выводы	32
	Список литературы	33

Список иллюстраций

4.1	Модель оформления заказов клиентов одним оператором	8
4.2	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине	9
4.3	Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов .	11
4.4	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов .	12
4.5	Построение гистограммы распределения заявок в очереди	14
4.6	Окно ввода START Command	15
4.7	Окно Open Table Window	16
4.8	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди	16
4.9	Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди	17
4.10	Гистограмма распределения заявок в очереди	19
4.11	Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине	20
4.12	Отчёт по модели оформления заказов двух типов	20
4.13	Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов	23
4.14	Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов	23
4.15	Модель оформления заказов несколькими операторами	26
4.16	Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами .	26
4.17	Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов	29
4.18	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 Теоретическое введение

Пакет GPSS(General Purpose Simulation System — система моделирования общего назначения) предназначен для имитационного моделирования дискретных систем [1].

Имитационная модель в GPSS представляет собой последовательность текстовых строк, каждая из которых определяет правила создания, перемещения, задержки и удаления транзактов.

Транзакт — динамический объект, отождествляемый с заявкой на обслуживание, который перемещается между элементами системы.

4 Выполнение лабораторной работы

Использованы материалы из [2].

4.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором

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

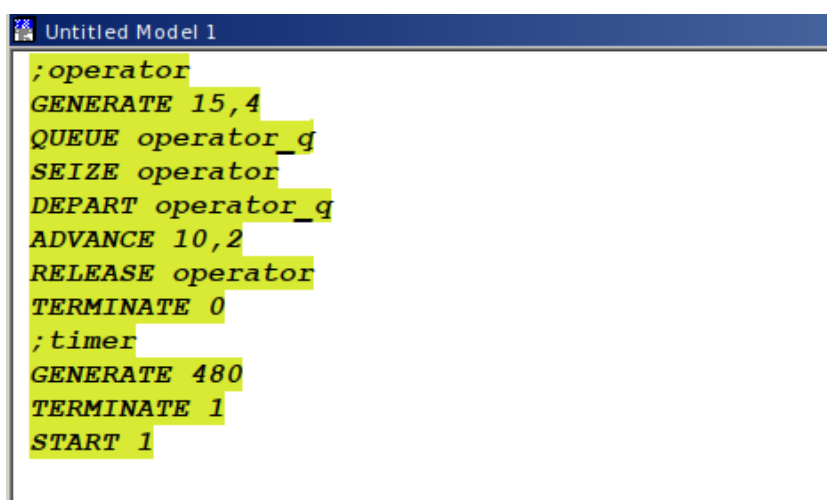
1. клиент оставляет заявку на заказ в интернет-магазине;
2. если необходимо, заявка от клиента ожидает в очереди освобождения оператора для оформления заказа;
3. заявка от клиента принимается оператором для оформления заказа;
4. оператор оформляет заказ;
5. клиент получает подтверждение об оформлении 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. 4.1).



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

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.2).


```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

        пятница, мая 02, 2025 20:23:55

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
    0.000        480.000    9         1          0

NAME           VALUE
OPERATOR       10001.000
OPERATOR_Q     10000.000

LABEL          LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
1             1    GENERATE      32          0          0
2             2    QUEUE         32          0          0
3             3    SEIZE         32          0          0
4             4    DEPART        32          0          0
5             5    ADVANCE        32          1          0
6             6    RELEASE        31          0          0
7             7    TERMINATE       31          0          0
8             8    GENERATE         1          0          0
9             9    TERMINATE         1          0          0

FACILITY      ENTRIES  UTIL.  AVE. TIME AVAIL.  OWNER  PEND  INTER  RETRY  DELAY
OPERATOR           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    0    489.786    33      5      6
34    0    0    496.081    34      0      1
35    0    0    960.000    35      0      8

```

Рис. 4.2: 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).

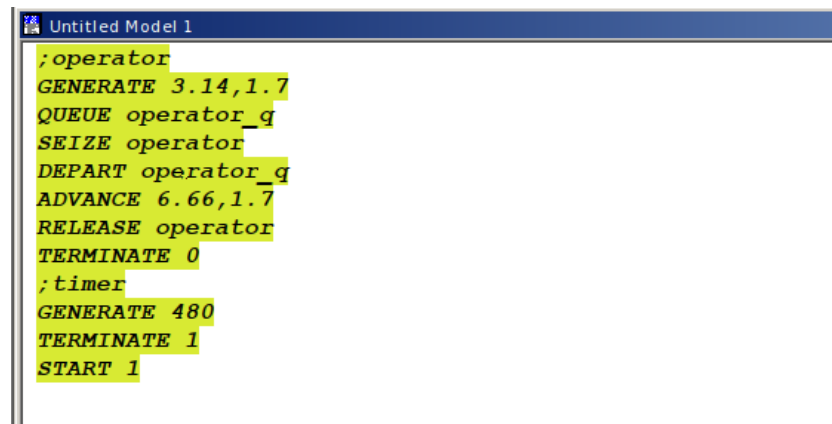
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях:

- 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. 4.3).



```

;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. 4.3: Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.4).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1									
пятница, мая 02, 2025 20:33:49									
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. 4.4: 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).

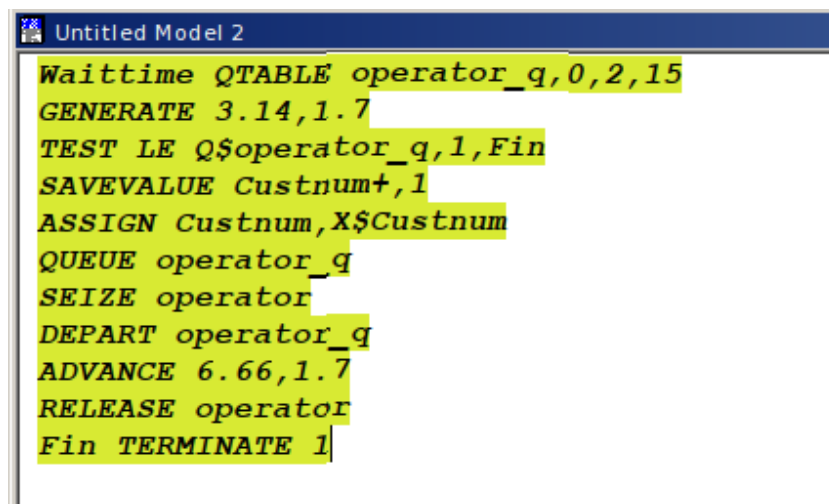
В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

4.2 Построение гистограммы распределения заявок в очереди

Требуется построить гистограмму распределения заявок, ожидающих обработки в очереди в примере из предыдущего упражнения. Для построения гистограммы необходимо сформировать таблицу значений заявок в очереди, записываемых в неё с определённой частотой.

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

Код программы будет следующим (рис. 4.5).



```
Waittime QTABLE operator_q,0,2,15
GENERATE 3.14,1.7
TEST LE Q$operator_q,1,Fin
SAVEVALUE Custnum+,1
ASSIGN Custnum,X$Custnum
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 6.66,1.7
RELEASE operator
Fin TERMINATE 1
```

Рис. 4.5: 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 смыс-

лу 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.

Для запуска разработанного кода на счёт и построения гистограммы необходимо последовательно выполнить:

- Command CreateSimulation;
- Command START (рис. 4.6),
- в появившемся окне задать, например, START 100;
- Window - Simulation Window - Table Window.

Выбираем для построения диаграммы Waittime (рис. 4.7),

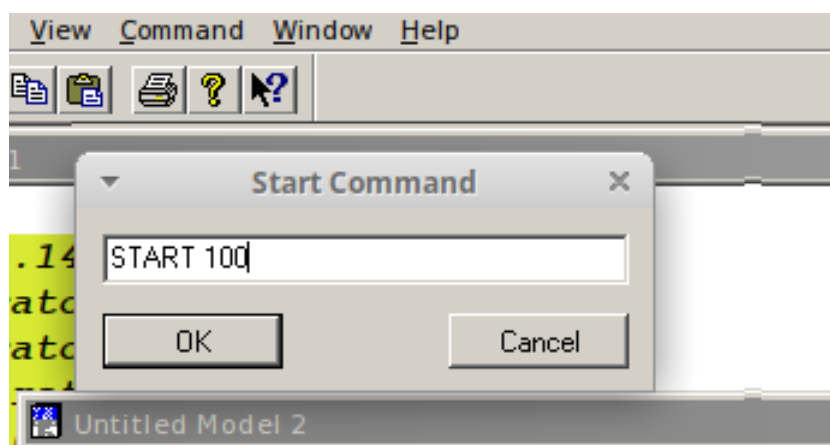


Рис. 4.6: Окно ввода START Command

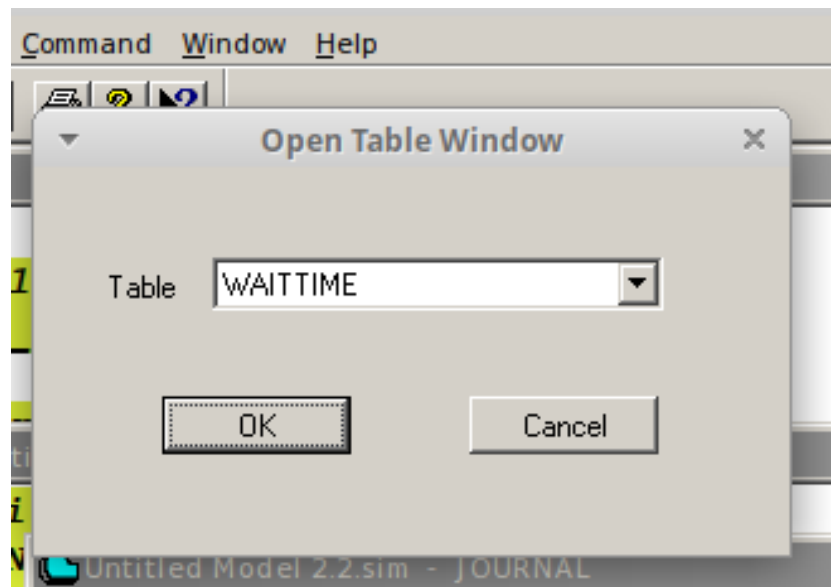


Рис. 4.7: Окно Open Table Window

Получим отчет симуляции и проанализируем его (рис. 4.8, 4.9).

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.2.1

        пятница, мая 02, 2025 20:47:35

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           330.973    10       1           0

NAME            VALUE
CUSTINUM        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               1    GENERATE    103          0          0
2               2    TEST       103          0          0
3               3    SAVEVALUE  51           0          0
4               4    ASSIGN    51           0          0
5               5    QUEUE     51           2          0
6               6    SEIZE     49           0          0
7               7    DEPART    49           0          0
8               8    ADVANCE   49           1          0
9               9    RELEASE   48           0          0
FIN             10    TERMINATE 100          0          0

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

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

Рис. 4.8: Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди

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

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
CUSTNUM	0	51.000

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

Рис. 4.9: 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. 4.10).

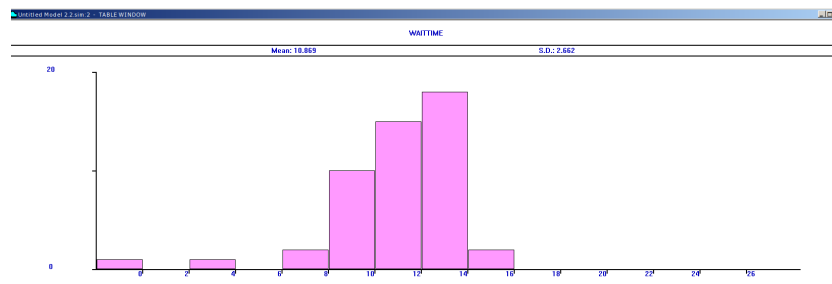


Рис. 4.10: Гистограмма распределения заявок в очереди

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.

4.3 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. 4.11, 4.12).

```

Untitled Model 3
;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. 4.11: Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.1.1

пятница, мая 02, 2025 20:58:06

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	480.000	17	1	0

NAME	VALUE
OPERATOR	10001.000
OPERATOR_Q	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	32		0	0
	2	QUEUE	32		4	0
	3	SEIZE	28		0	0
	4	DEPART	28		0	0
	5	ADVANCE	28		1	0
	6	RELEASE	27		0	0
	7	TERMINATE	27		0	0
	8	GENERATE	15		0	0
	9	QUEUE	15		3	0
	10	SEIZE	12		0	0
	11	DEPART	12		0	0
	12	ADVANCE	12		0	0
	13	ADVANCE	12		0	0
	14	RELEASE	12		0	0
	15	TERMINATE	12		0	0
	16	GENERATE	1		0	0
	17	TERMINATE	1		0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
OPERATOR	40	0.947	11.365	1	42	0	0	0	7

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
OPERATOR_Q	8	7	47	2	3.355	34.261	35.784	0

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
42	0		487.825	42	5	6		
50	0		493.164	50	0	1		
49	0		499.562	49	0	8		
51	0		960.000	51	0	16		

Рис. 4.12: 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 ± 2 минуты, после этого зададим оператор `TRANSFER`, в котором укажем, что с вероятностью 0.7 происходит обработка заявки (переход к блоку `extra RELEASE operator`), а с вероятностью 0.3 дополнительно заказ обрабатывается еще 5 ± 2 минуты (переход к блоку `extra ADVANCE 5,2`) и только после этого является обработанным (рис. 4.13).

```

Untitled Model 3
;order
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
TRANSFER 0.3,dst,special
special ADVANCE 5,2
dst RELEASE operator
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1

```

Рис. 4.13: Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов

Проанализируем результаты моделирования (рис. 4.14).

Untitled Model 3.2.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.2.1

на Thursday, May 02, 2025 21:13:19

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

NAME	VALUE
DST	8.000
OPERATOR	10001.000
OPERATOR_Q	10000.000
SPECIAL	7.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	33	0	0
	2	QUEUE	33	0	0
	3	SEIZE	33	0	0
	4	DEPART	33	0	0
	5	ADVANCE	33	0	0
	6	TRANSFER	33	0	0
SPECIAL	7	ADVANCE	8	1	0
DST	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. 4.14: 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.

4.4 Модель оформления заказов несколькими операторами

В интернет-магазине заказы принимают 4 оператора. Интервалы поступления заказов распределены равномерно с интервалом 5 ± 2 мин. Время оформления заказа каждым оператором также распределено равномерно на интервале 10 ± 2 мин. обработка поступивших заказов происходит в порядке очереди (FIFO). Требуется определить характеристики очереди заявок на оформление заказов при условии, что заявка может обрабатываться одним из 4-х операторов в течение восьмичасового рабочего дня

С помощью строки `operator STORAGE 4` указываем, что у нас 4 оператора, затем к обычной процедуре генерации и обработки заявки добавляется, что заявку обрабатывает один оператор `operator,1`, сегмент моделирования времени остается без изменений (рис. 4.15).

```

;order
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. 4.15: Модель оформления заказов несколькими операторами

Далее получим и проанализируем отчет (рис. 4.16).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.3.1

ПЯТНИЦА, МАЯ 02, 2025 21:21:06

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. 4.16: 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 Q_j текущей длины очереди j).

Добавим строчку `TEST LE Q$operator_q,2`, которая проверяет больше ли в очереди клиентов, чем два, если нет – клиент поступает на обработку, иначе уходит. Также в ранее проанализированном отчете видно, что клиентов в очереди не было больше 2, поэтому увеличим время обработки заказов до 30 ± 2 мин., чтобы проверить результаты изменений модели (рис. 4.17).

```

;order
operator STORAGE 4
GENERATE 5,2
TEST LE Q$operator_q,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. 4.17: Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов

Проанализируем полученный отчет (рис. ~ 4.18).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.4.1									
ПЯТНИЦА, МАЯ 02, 2025 21:33:49									
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	93		0	0	0		
2		TEST	93		0	0	0		
3		QUEUE	93		0	0	0		
4		ENTER	93		0	0	0		
5		DEPART	93		0	0	0		
6		ADVANCE	93		2	0	0		
7		LEAVE	91		0	0	0		
8		TERMINATE	91		0	0	0		
9		GENERATE	1		0	0	0		
10		TERMINATE	1		0	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	6	7			
94	0		483.473	94	6	7			
96	0		960.000	96	0	9			

Рис. 4.18: 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.

5 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

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