Лабораторная работа №14

Модели обработки заказов

Горяйнова Алёна Андреевна

Содержание

1 Цель работы **4**

2 Задание **5**

3 Выполнение лабораторной работы **6**

3.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором 6

3.2 Построение гистограммы распределения заявок в очереди 12

3.3 Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине 16

3.4 Модель оформления заказов несколькими операторами 22

4 Выводы **29**

Список иллюстраций

3.1 Модель оформления заказов клиентов одним оператором 7
3.2 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине . . . 8
3.3 Модель оформления заказов клиентов одним оператором с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов 10
3.4 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине с измененными интервалами заказов и времени оформления клиентов 11
3.5 Построение гистограммы распределения заявок в очереди 13
3.6 Отчёт по модели оформления заказов в интернет-магазине при построении гистограммы распределения заявок в очереди 14
3.7 Гистограмма распределения заявок в очереди 16
3.8 Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине 17
3.9 Отчёт по модели оформления заказов двух типов 18
3.10 Модель обслуживания двух типов заказов с условием, что число заказов с дополнительным пакетом услуг составляет 30% от общего числа заказов 20
3.11 Отчёт по модели оформления заказов двух типов заказов 21
3.12 Модель оформления заказов несколькими операторами 23
3.13 Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами 24
3.14 Модель оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов 26
3.15 Отчет по модели оформления заказов несколькими операторами с учетом отказов клиентов 27

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).

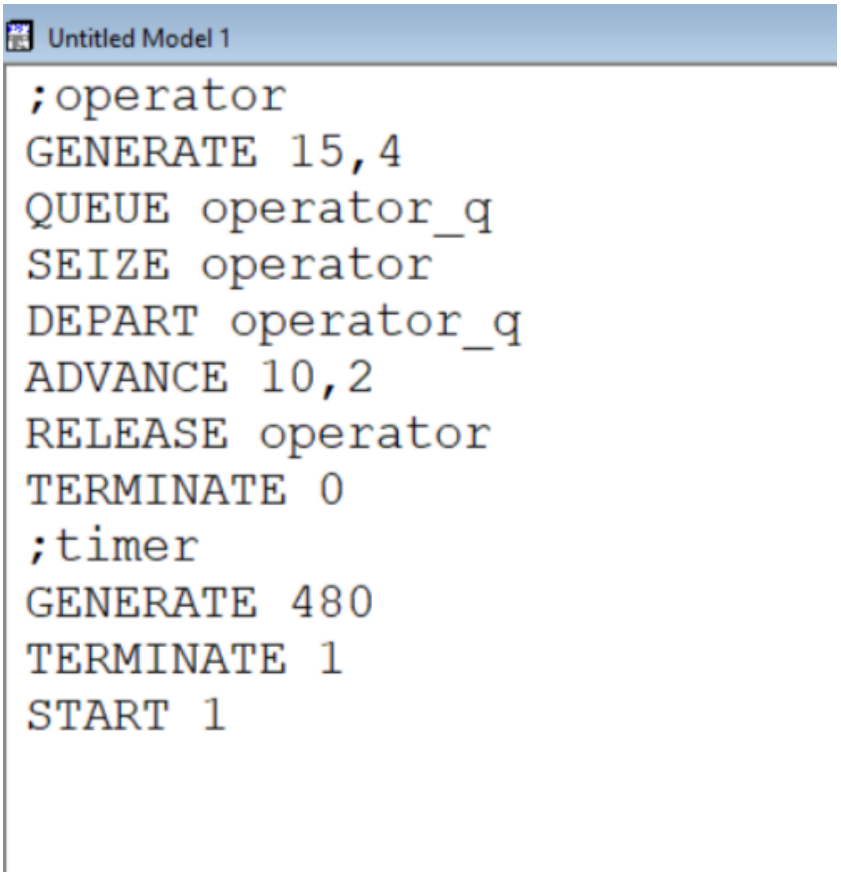

Рис. 3.1: Модель оформления заказов клиентов одним оператором

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 3.2).

```
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

Friday, May 09, 2025 08:07:21

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

    NAME                        VALUE
OPERATOR                     10001.000
OPERATOR_Q                   10000.000

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

FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 OPERATOR            32    0.639       9.589  1       33    0    0     0      0

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OPERATOR_Q          1    0     32     31     0.001      0.021      0.671   0

FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
    33    0         489.786     33      5      6
    34    0         496.081     34      0      1
    35    0         960.000     35      0      8
```

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

Результаты работы модели:

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

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

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

Далее информация об очереди:

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

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях:

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

Упражнение

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

Untitled Model 1

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

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 3.4).

Untitled Model 1.1.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

Saturday, May 10, 2025 10:03:25

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

NAME	VALUE
OPERATOR	10001.000
OPERATOR_Q	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	152	0	0
	2	QUEUE	152	82	0
	3	SEIZE	70	0	0
	4	DEPART	70	0	0
	5	ADVANCE	70	1	0
	6	RELEASE	69	0	0
	7	TERMINATE	69	0	0
	8	GENERATE	1	0	0
	9	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
OPERATOR	70	0.991	6.796	1	71	0	0	0	82

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OPERATOR_Q	82	82	152	1	39.096	123.461	124.279	0

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
71	0	480.405	71	5	6		
154	0	483.330	154	0	1		
155	0	960.000	155	0	8		

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

Результаты работы модели:

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

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

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

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

Далее информация об очереди:

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

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

3.2 Построение гистограммы распределения заявок в очереди

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

граммы необходимо сформировать таблицу значений заявок в очереди, записываемых в неё с определённой частотой.

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

Код программы будет следующим(рис. 3.5).

```
Waittime QTABLE operator_q,0,2,15
         GENERATE 3.34,1.7
         TEST LE Q$operator_q,1,Fin
         SAVEVALUE Custnum+,1
         ASSIGN Custnum,X$Custnum
         QUEUE operator_q
         SEIZE operator
         DEPART operator_q
         ADVANCE 6.66,1.7
         RELEASE operator
Fin      TERMINATE 1
```

Рис. 3.5: Построение гистограммы распределения заявок в очереди

Здесь Waittime — метка оператора таблицы очередей QTABLE, в данном случае название таблицы очереди заявок на заказы. Строка с оператором TEST по смыслу аналогично действиям оператора IF и означает, что если в очереди 0 или 1 заявка, то осуществляется переход к следующему оператору, в данном случае к оператору SAVEVALUE, в противном случае (в очереди более одной заявки) происходит переход к оператору с меткой Fin, то есть заявка удаляется из системы, не попадая на обслуживание. Строка с оператором SAVEVALUE с помощью операнда Custnum подсчитывает число заявок на заказ, попавших в очередь. Далее

оператору `ASSIGN` присваивается значение СЧА оператора `Custnum`.

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

```
          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

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. 3.6: 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. 3.7).

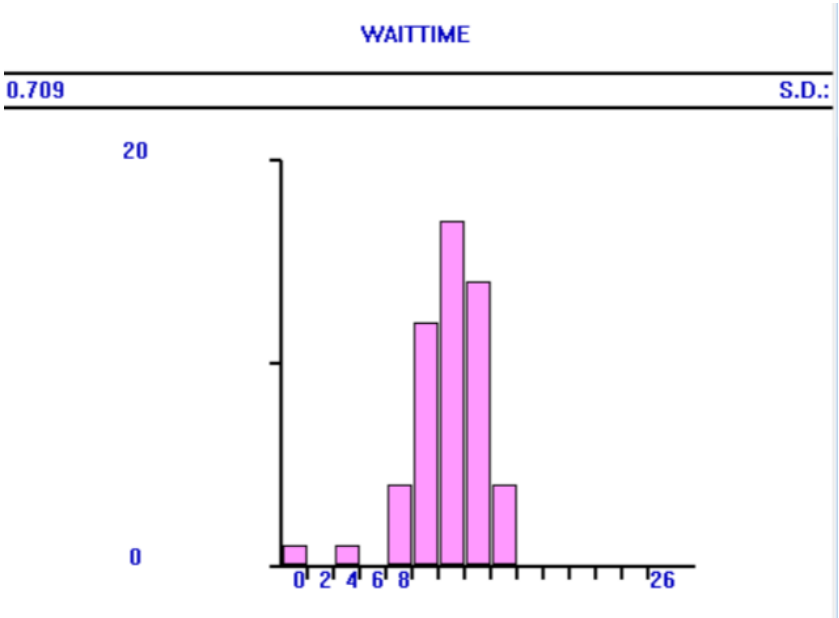

Рис. 3.7: Гистограмма распределения заявок в очереди

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. 3.8, 3.9).

```
; order
GENERATE 15,4
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 10,2
RELEASE operator
TERMINATE 0

; order and service package
GENERATE 30,8
QUEUE operator_q
SEIZE operator
DEPART operator_q
ADVANCE 5,2
ADVANCE 10,2
RELEASE operator
TERMINATE 0

;timer
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
```

Рис. 3.8: Модель обслуживания двух типов заказов от клиентов в интернет-магазине

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. 3.9: 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 `noextra 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. 3.10).

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

Проанализируем результаты моделирования (рис. 3.11).

```
                Saturday, May 10, 2025 10:54:22

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


            NAME                        VALUE
        EXTRA                            7.000
        NOEXTRA                          8.000
        OPERATOR                     10001.000
        OPERATOR_Q                   10000.000


 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    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. 3.11: 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 дополнитель-

ными 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 ± 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. 3.12).

```
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. 3.12: Модель оформления заказов несколькими операторами

Далее получим и проанализируем отчет (рис. 3.13).

```
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.5.1

Saturday, May 10, 2025 10:59:12

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

NAME                        VALUE
OPERATOR                  10000.000
OPERATOR_Q                10001.000

LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                   1    GENERATE            93          |    0       0
                   2    QUEUE               93             0       0
                   3    ENTER               93             0       0
                   4    DEPART              93             0       0
                   5    ADVANCE             93             2       0
                   6    LEAVE               91             0       0
                   7    TERMINATE           91             0       0
                   8    GENERATE             1             0       0
                   9    TERMINATE            1             0       0

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OPERATOR_Q          1    0     93     93     0.000      0.000      0.000   0

STORAGE            CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
 OPERATOR            4    2   0     4       93   1    1.926  0.482    0    0

FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
    95    0         480.457    95      0       1
    93    0         482.805    93      5       6
    94    0         483.473    94      5       6
    96    0         960.000    96      0       8
```

Рис. 3.13: 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 ± 2 мин., чтобы проверить результаты изменений модели (рис. 3.14).

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

Проанализируем полученный отчет (рис. ~ 3.15).

```
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.6.1

Saturday, May 10, 2025 11:24:11

START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
    0.000            480.000    10        0          1

NAME                        VALUE
OPERATOR                  10000.000
OPERATOR_Q                10001.000

LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                   1    GENERATE            94            27       0
                   2    TEST                67             0       0
                   3    QUEUE               67             3       0
                   4    ENTER               64             0       0
                   5    DEPART              64             0       0
                   6    ADVANCE             64             4       0
                   7    LEAVE               60             0       0
                   8    TERMINATE           60             0       0
                   9    GENERATE             1             0       0
                  10    TERMINATE            1             0       0

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OPERATOR_Q          3    3     67      4     2.701     19.347     20.576  27

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

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

Рис. 3.15: 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`=0;
- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: `STORAGES`=1.

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

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

Далее информация об очереди:

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

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

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

4 Выводы

В результате была реализована с помощью gpss:

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