

# **Лабораторная работа №16**

**Имитационное моделирование**

Серёгина Ирина Андреевна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>15</b>

## Список иллюстраций

3.1	Модель первой стратегии обслуживания . . . . .	8
3.2	Отчёт модели первой стратегии обслуживания . . . . .	9
3.3	Модель второй стратегии обслуживания . . . . .	10
3.4	Отчёт модели второй стратегии обслуживания . . . . .	10
3.5	Модель первой стратегии обслуживания с 4 КПП . . . . .	12
3.6	Модель первой стратегии обслуживания с 4 КПП . . . . .	12
3.7	Отчёт модели первой стратегии обслуживания с 4 КПП . . . . .	13
3.8	Отчёт модели первой стратегии обслуживания с 4 КПП . . . . .	13
3.9	Модель второй стратегии обслуживания с 3 КПП . . . . .	14
3.10	Отчёт модели второй стратегии обслуживания с 3 КПП . . . . .	14

# Список таблиц

3.1 Сравнение стратегий . . . . .	11
-----------------------------------	----

# 1 Цель работы

Реализовать с помощью gpss модель двух стратегий обслуживания и оценить оптимальные параметры.

## 2 Задание

1. Реализовать с помощью gpss модель с двумя очередями
2. Реализовать с помощью gpss модель с одной очередью
3. Изменить модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов.

### 3 Выполнение лабораторной работы

На пограничном контрольно-пропускном пункте транспорта имеются 2 пункта пропуска. Интервалы времени между поступлением автомобилей имеют экспоненциальное распределение со средним значением  $\mu$ . Время прохождения автомобилями пограничного контроля имеет равномерное распределение на интервале  $[a, b]$ . Предлагается две стратегии обслуживания прибывающих автомобилей:

- 1) автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пунктами пропуска;
- 2) автомобили образуют одну общую очередь и обслуживаются освободившимся пунктом пропуска. Исходные данные:  $\mu = 1,75$  мин,  $a = 1$  мин,  $b = 7$  мин.

Целью моделирования является определение: – характеристик качества обслуживания автомобилей, в частности, средних длин очередей; среднего времени обслуживания автомобиля; среднего времени пребывания автомобиля на пункте пропуска; – наилучшей стратегии обслуживания автомобилей на пункте пограничного контроля; – оптимального количества пропускных пунктов. В качестве критериев, используемых для сравнения стратегий обслуживания автомобилей, выберем: – коэффициенты загрузки системы; – максимальные и средние длины очередей; – средние значения времени ожидания обслуживания. Для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пропускными пунктами, имеем следующую модель (рис. 3.1).

```

GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей
TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Obs1_2 ; длина оч. 1<= длине оч. 2
TEST E Q$Other1,Q$Other2,Obs1_1 ; длина оч. 1= длине оч. 2
TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2 ; длины очередей равны,
; выбираем произв. пункт пропуска
; моделирование работы пункта 1
Obs1_1 QUEUE Other1 ; присоединение к очереди 1
SEIZE punkt1 ; занятие пункта 1
DEPART Other1 ; выход из очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
RELEASE punkt1 ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему
; моделирование работы пункта 2
Obs1_2 QUEUE Other2 ; присоединение к очереди 2
SEIZE punkt2 ; занятие пункта 2
DEPART Other2 ; выход из очереди 2
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 2
RELEASE punkt2 ; освобождение пункта 2
TERMINATE ; автомобиль покидает систему
; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней x 24 часа x 60 мин = 10080 мин)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования

```

Рис. 3.1: Модель первой стратегии обслуживания

Получаю отчёт (рис. 3.2).



```

cy66ora, мая 24, 2025 17:02:46

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000          10080.000    18       2           0

NAME            VALUE
OBSL_1          5.000
OBSL_2          11.000
OTHER1          10000.000
OTHER2          10001.000
PUNKT1          10003.000
PUNKT2          10002.000

LABEL          LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
OBSL_1         1    GENERATE    5853         0           0
                2    TEST        5853         0           0
                3    TEST        4162         0           0
                4    TRANSFER    2431         0           0
OBSL_1         5    QUEUE        2928        387          0
                6    SEIZE        2541         0           0
                7    DEPART        2541         0           0
                8    ADVANCE        2541         1           0
                9    RELEASE        2540         0           0
OBSL_2        10    TERMINATE    2540         0           0
                11   QUEUE        2925        388          0
                12   SEIZE        2537         0           0
                13   DEPART        2537         0           0
                14   ADVANCE        2537         1           0
                15   RELEASE        2536         0           0
                16   TERMINATE    2536         0           0
                17   GENERATE         1           0           0
                18   TERMINATE         1           0           0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND INTER RETRY DELAY
PUNKT2          2537    0.996   3.957  1    5078  0  0  0  388
PUNKT1          2541    0.997   3.955  1    5079  0  0  0  387

QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY (0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE. (-0) RETRY
OTHER1          393  387  2928    12  187.098  644.107  646.758  0
OTHER2          393  388  2925    12  187.114  644.823  647.479  0

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
5855    0      10081.102  5855    0        1
5079    0      10083.517  5079    8        9
5078    0      10083.808  5078   14       15
5856    0      20160.000  5856    0       17

```

Рис. 3.2: Отчёт модели первой стратегии обслуживания

Теперь составляю модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом (рис. 3.3).

```

punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ;
ENTER punkt,1 ;
DEPART Other ;
ADVANCE 4,3 ;
LEAVE punkt,1 ;
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней x 24 часа x 60 мин = 10080 мин)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования

```

Рис. 3.3: Модель второй стратегии обслуживания

Получаю отчёт (рис. 3.4).

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.3.1

суббота, мая 24, 2025 17:09:33

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           10080.000    9        0           1

NAME            VALUE
OTHER           10001.000
PUNKT           10000.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
1  GENERATE      5719              0              0
2  QUEUE         5719             668              0
3  ENTER         5051              0              0
4  DEPART        5051              0              0
5  ADVANCE       5051              2              0
6  LEAVE         5049              0              0
7  TERMINATE     5049              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
OTHER           668 668 5719      4  344.466   607.138   607.562  0

STORAGE         CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
PUNKT           2  0  0  2  5051  1  2.000  1.000  0  668

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
5721    0      10080.466  5721      0        1
5051    0      10081.269  5051      5        6
5052    0      10083.431  5052      5        6
5722    0      20160.000  5722      0        8

```

Рис. 3.4: Отчёт модели второй стратегии обслуживания

Теперь составляю сравнительную таблицу.

Таблица 3.1: Сравнение стратегий

Показатель	стратегия 1			стратегия 2
	пункт 1	пункт 2	в целом	
Поступило автомобилей	2928	2925	5853	5719
Обслужено автомобилей	2540	2536	5076	5049
Коэффициент загрузки	0,997	0,996	0,9965	1
Максимальная длина очереди	393	393	786	668
Средняя длина очереди	187,098	187,114	374,212	344,466
Среднее время ожидания	644,107	644,823	644,465	607,138

Сравнив результаты моделирования двух систем, можно сделать вывод о том, что первая модель позволяет обслужить большее число автомобилей. Однако мы видим, что разница между обслуженными и поступившими автомобилями меньше для второй модели – значит, продуктивность работы выше. Также для второй модели коэффициент загрузки равен 1 – значит ни один из пунктов не простаивает.

Далее необходимо изменив модели, определить оптимальное число пропускных пунктов (от 1 до 4) для каждой стратегии при условии, что: – коэффициент загрузки пропускных пунктов принадлежит интервалу  $[0, 5; 0, 95]$ ; – среднее число автомобилей, одновременно находящихся на контрольно -пропускном пункте, не должно превышать 3; – среднее время ожидания обслуживания не должно превышать 4 мин

После нескольких поставленных экспериментов я выяснила, что для первой стратегии оптимальное количество КПП - 4 (рис. 3.5), (рис. 3.6).

```

GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

TRANSFER 0.5,a,b

a      TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2

b      TRANSFER 0.5,Obs1_3,Obs1_4

; Моделирование работы пункта 1
Obs1_1 QUEUE Other1
      SEIZE punkt1
      DEPART Other1
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt1
      TERMINATE

; Моделирование работы пункта 2
Obs1_2 QUEUE Other2
      SEIZE punkt2
      DEPART Other2
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt2
      TERMINATE

; Моделирование работы пункта 3
Obs1_3 QUEUE Other3
      SEIZE punkt3
      DEPART Other3
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt3
      TERMINATE

```

Рис. 3.5: Модель первой стратегии обслуживания с 4 КПП

```

; Моделирование работы пункта 4
Obs1_4 QUEUE Other4
      SEIZE punkt4
      DEPART Other4
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt4
      TERMINATE

; задание условий остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней x 24 часа x 60 мин = 10080 мин)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования

```

---

Рис. 3.6: Модель первой стратегии обслуживания с 4 КПП

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.6.1					
cy66ora, мая 24, 2025 17:27:01					
START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	
0.000	10080.000	30	4	0	
NAME		VALUE			
A		3.000			
B		4.000			
OBSL_1		5.000			
OBSL_2		11.000			
OBSL_3		17.000			
OBSL_4		23.000			
OTHER1		10006.000			
OTHER2		10004.000			
OTHER3		10002.000			
OTHER4		10000.000			
PUNKT1		10007.000			
PUNKT2		10005.000			
PUNKT3		10003.000			
PUNKT4		10001.000			
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
A B OBSL_1	1	GENERATE	5622	0	0
	2	TRANSFER	5622	0	0
	3	TRANSFER	2831	0	0
	4	TRANSFER	2791	0	0
	5	QUEUE	1465	0	0
	6	SEIZE	1465	0	0
	7	DEPART	1465	0	0
	8	ADVANCE	1465	1	0
	9	RELEASE	1464	0	0
	10	TERMINATE	1464	0	0

Рис. 3.7: Отчёт модели первой стратегии обслуживания с 4 КПП

OBSL_2	11	QUEUE	1366	0	0				
	12	SEIZE	1366	0	0				
	13	DEPART	1366	0	0				
	14	ADVANCE	1366	0	0				
	15	RELEASE	1366	0	0				
	16	TERMINATE	1366	0	0				
OBSL_3	17	QUEUE	1378	0	0				
	18	SEIZE	1378	0	0				
	19	DEPART	1378	0	0				
	20	ADVANCE	1378	0	0				
	21	RELEASE	1378	0	0				
	22	TERMINATE	1378	0	0				
OBSL_4	23	QUEUE	1413	0	0				
	24	SEIZE	1413	0	0				
	25	DEPART	1413	0	0				
	26	ADVANCE	1413	1	0				
	27	RELEASE	1412	0	0				
	28	TERMINATE	1412	0	0				
	29	GENERATE	1	0	0				
	30	TERMINATE	1	0	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT4	1413	0.557	3.971	1	5623	0	0	0	0
PUNKT3	1378	0.545	3.989	1	0	0	0	0	0
PUNKT2	1366	0.541	3.993	1	0	0	0	0	0
PUNKT1	1465	0.584	4.018	1	5621	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
OTHER4	7	0	1413	628	0.415	2.958	5.325	0	
OTHER3	8	0	1378	655	0.345	2.527	4.816	0	
OTHER2	6	0	1366	625	0.363	2.676	4.934	0	
OTHER1	6	0	1465	590	0.492	3.385	5.667	0	
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
5624	0	10080.041	5624	0	1				
5621	0	10080.398	5621	8	9				
5623	0	10082.255	5623	26	27				
5625	0	20160.000	5625	0	29				

Рис. 3.8: Отчёт модели первой стратегии обслуживания с 4 КПП

Также после экспериментов я выяснила оптимальное количество КПП для

второй стратегии - 3 (рис. 3.9).

```
punkt STORAGE 3 ; прибытие автомобилей

GENERATE (Exponential(1, 0, 1.75)) ; моделирование работы пункта 1

QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
ENTER punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход из очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
LEAVE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условий остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней x 24 часа x 60 мин = 10080 мин)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 3.9: Модель второй стратегии обслуживания с 3 КПП

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.2.1

суббота, мая 24, 2025 17:35:07

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	10080.000	9	0	1

  

NAME	VALUE
OTHER	10001.000
PUNKT	10000.000

  

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
1		GENERATE	5683	0	0
2		QUEUE	5683	0	0
3		ENTER	5683	0	0
4		DEPART	5683	0	0
5		ADVANCE	5683	3	0
6		LEAVE	5680	0	0
7		TERMINATE	5680	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
OTHER	12	0	5683	2521	1.063	1.885	3.388 0

  

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY DELAY
PUNKT	3	0	0	3	5683	1	2.243 0.748	0 0

  

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
5680	0	10080.434	5680	5	6		
5683	0	10080.631	5683	5	6		
5685	0	10082.068	5685	0	1		
5684	0	10085.592	5684	5	6		
5686	0	20160.000	5686	0	8		

Рис. 3.10: Отчёт модели второй стратегии обслуживания с 3 КПП

## 4 Выводы

Я реализовала с помощью gpss модель двух стратегий обслуживания и оценить оптимальные параметры.