

# Лабораторная работа №16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Клюкин Михаил Александрович

# Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
3.1	Постановка задачи . . . . .	7
3.2	Построение модели . . . . .	7
3.3	Оптимизация модели двух стратегий обслуживания . . . . .	12
4	Выводы	21
	Список литературы	22

## Список иллюстраций

3.1	Отчет по модели первой стратегии обслуживания . . . . .	9
3.2	Отчет по модели второй стратегии обслуживания . . . . .	11
3.3	Отчет по модели двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом . . . . .	13
3.4	Отчет по модели первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами . . . . .	15
3.5	Отчет по модели первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами . . . . .	17
3.6	Отчет по модели второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами . . . . .	18
3.7	Отчет по модели второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами . . . . .	19

# Список таблиц

3.1 Сравнение стратегий {#tbl:strategy}: . . . . .	11
--	----

# 1 Цель работы

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

## 2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- модель с двумя очередями;
- модель с одной очередью;
- определить оптимальное число пропускных пунктов.

## 3 Выполнение лабораторной работы

### 3.1 Постановка задачи

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.

### 3.2 Построение модели

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:

```

GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей
TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Obsl_2 ; длина оч. 1<= длине оч. 2
TEST E Q$Other1,Q$Other2,Obsl_1 ; длина оч. 1= длине оч. 2
TRANSFER 0.5,Obsl_1,Obsl_2 ; длины очередей равны,
; выбираем произв. пункт пропуска
; моделирование работы пункта 1
Obsl_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
Obsl_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

После запуска симуляции получим отчет (рис. 3.1).

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
	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. 3.1: Отчет по модели первой стратегии обслуживания

Составим модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом (рис. 3.2).

punkt STORAGE 2

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

QUEUE Other ; присоединение к очереди 1

ENTER punkt,1 ; занятие пункта 1

DEPART Other ; выход из очереди 1

ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1

LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта 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

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
OTHER	668	668	5719	4	344.466	607.138
					607.562	0
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES AVL.	AVE.C.
PUNKT	2	0	0	2	5051	1
					2.000	1.000
					0	668
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER
5721	0	10080.466	5721	0	1	VALUE
5051	0	10081.269	5051	5	6	
5052	0	10083.431	5052	5	6	
5722	0	20160.000	5722	0	8	

Рис. 3.2: Отчет по модели второй стратегии обслуживания

Составим таблицу по полученной статистике (табл. ??).

Таблица 3.1: Сравнение стратегий {#tbl:strategy}:

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

Сравним результаты моделирования двух систем, можно сделать вывод, что первая модель позволяет обслужить большее число автомобилей. Однако мы

видим, что разница между обслуженными и поступившими автомобилями меньше для второй модели. То есть продуктивность ее работы выше. Также для второй модели коэффициент загрузки равен 1, то есть ни один из пунктов не простаивает. Максимальная длина очереди, средняя длина очереди и среднее время ожидания меньше для второй стратегии. Отсюда можно сделать вывод, что вторая стратегия лучше.

### 3.3 Оптимизация модели двух стратегий обслуживания

Изменим модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов. Будем подбирать под следующие критерии:

- коэффициент загрузки пропускных пунктов находится в интервале  $[0.5; 0.95]$ ;
- среднее число автомобилей, одновременно находящихся на контрольно-пропускном пункте, не должно превышать 3;
- среднее время ожидания обслуживания не должно превышать 4 минут.

Для обеих стратегий модель с одним пропускным пунктом выглядит следующим образом:

```
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ;
```

```
QUEUE Other ;
```

```
SEIZE punkt ;
```

```
DEPART Other ;
```

```
ADVANCE 4,3 ;
```

```
RELEASE punkt ;
```

```
TERMINATE ;
```

```
GENERATE 10080 ;
```

```

TERMINATE 1 ;
START 1 ;

```

После проведения симуляции получим следующий отчет (рис. 3.3).

START TIME		END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000		10080.000	9	1	0
NAME		VALUE			
OTHER		10000.000			
PUNKT		10001.000			
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	5744	0	0
	2	QUEUE	5744	3233	0
	3	SEIZE	2511	0	0
	4	DEPART	2511	0	0
	5	ADVANCE	2511	1	0
	6	RELEASE	2510	0	0
	7	TERMINATE	2510	0	0
	8	GENERATE	1	0	0
	9	TERMINATE	1	0	0
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL. OWNER	PEND INTER RETRY DELAY
PUNKT	2511	1.000	4.014	1	2512 0 0 0 3233
QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME
OTHER	3234 3233	5744	1	1617.676	2838.819
					AVE.(-0) RETRY
					2839.313 0
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT
2512	0	10080.255	2512	5	6
5746	0	10080.384	5746	0	1
5747	0	20160.000	5747	0	8
					PARAMETER
					VALUE

Рис. 3.3: Отчет по модели двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом

В этом случае модель не проходит ни по одному из критериев, поскольку коэффициент загрузки, размер очереди и среднее время ожидания больше.

Построим модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами:

```

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

```

```

TRANSFER 0.33,go,Obsl_3;

```

```

go TRANSFER 0.5,Obsl_1,Obsl_2 ;

```

```

Obsl_1 QUEUE Other1 ;

```

```

SEIZE punkt1 ;

```

```

DEPART Other1 ;

```

```
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt1 ;  
TERMINATE ;
```

```
Obs1_2 QUEUE Other2 ;  
SEIZE punkt2 ;  
DEPART Other2 ;  
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt2 ;  
TERMINATE ;
```

```
Obs1_3 QUEUE Other3 ;  
SEIZE punkt3 ;  
DEPART Other3 ;  
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt3 ;  
TERMINATE ;
```

```
GENERATE 10080 ;  
TERMINATE 1 ;  
START 1 ;
```

Получим отчет (рис. 3.4).

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
GO OBSL_1	1	GENERATE	5547	0	0
	2	TRANSFER	5547	0	0
	3	TRANSFER	3682	0	0
	4	QUEUE	1853	1	0
	5	SEIZE	1852	0	0
	6	DEPART	1852	0	0
	7	ADVANCE	1852	1	0
	8	RELEASE	1851	0	0
	9	TERMINATE	1851	0	0
OBSL_2	10	QUEUE	1829	0	0
	11	SEIZE	1829	0	0
	12	DEPART	1829	0	0
	13	ADVANCE	1829	0	0
	14	RELEASE	1829	0	0
	15	TERMINATE	1829	0	0
OBSL_3	16	QUEUE	1865	3	0
	17	SEIZE	1862	0	0
	18	DEPART	1862	0	0
	19	ADVANCE	1862	1	0
	20	RELEASE	1861	0	0
	21	TERMINATE	1861	0	0
	22	GENERATE	1	0	0
	23	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT2	1829	0.717	3.952	1	0	0	0	0	0
PUNKT3	1862	0.740	4.006	1	5534	0	0	0	3
PUNKT1	1852	0.727	3.957	1	5546	0	0	0	1

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
OTHER2	11	0	1829	508	1.112	6.126	8.482	0
OTHER3	13	3	1865	513	1.134	6.132	8.458	0
OTHER1	9	1	1853	529	0.929	5.055	7.075	0

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
5549	0	10081.799	5549	0	1		
5534	0	10082.440	5534	19	20		
5546	0	10085.099	5546	7	8		
5550	0	20160.000	5550	0	22		

Рис. 3.4: Отчет по модели первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

В этом случае среднее количество автомобилей в очереди меньше 3 и коэффициент загрузки находится в нужном диапазоне, но среднее время ожидания больше 4.

Построим модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами:

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

TRANSFER 0.5,a,b;

a TRANSFER 0.5,0bsl\_1,0bsl\_2

b TRANSFER 0.5,0bsl\_3,0bsl\_4

Obsl\_1 QUEUE Other1 ;

```
SEIZE punkt1 ;  
DEPART Other1 ;  
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt1 ;  
TERMINATE ;
```

```
Obs1_2 QUEUE Other2 ;  
SEIZE punkt2 ;  
DEPART Other2 ;  
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt2 ;  
TERMINATE ;
```

```
Obs1_3 QUEUE Other3 ;  
SEIZE punkt3 ;  
DEPART Other3 ;  
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt3 ;  
TERMINATE ;
```

```
Obs1_4 QUEUE Other4 ;  
SEIZE punkt4 ;  
DEPART Other4 ;  
ADVANCE 4,3 ;  
RELEASE punkt4 ;  
TERMINATE ;
```

```
GENERATE 10080 ;
```



TERMINATE 1 ;

START 1 ;

Получим отчет (рис. 3.5).

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
A	1	GENERATE	5622		0	0
	2	TRANSFER	5622		0	0
	3	TRANSFER	2831		0	0
	4	TRANSFER	2791		0	0
OBSL_1	5	QUEUE	1465		0	0
	6	SEIZE	1465		0	0
	7	DEPART	1465		0	0
	8	ADVANCE	1465		1	0
OBSL_2	9	RELEASE	1464		0	0
	10	TERMINATE	1464		0	0
	11	QUEUE	1366		0	0
	12	SEIZE	1366		0	0
OBSL_3	13	DEPART	1366		0	0
	14	ADVANCE	1366		0	0
	15	RELEASE	1366		0	0
	16	TERMINATE	1366		0	0
OBSL_4	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
	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. 3.5: Отчет по модели первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

В это случае все критерии выполнены, поэтому 4 пункта являются оптимальным числом для первой стратегии.

Построим модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами:

punkt STORAGE 3;

GENERATE (Exponential(1,0,1.75))

QUEUE Other ;

ENTER punkt ;

DEPART Other ;

ADVANCE 4,3 ;

LEAVE punkt ;

TERMINATE ;

GENERATE 10080 ;

TERMINATE 1 ;

START 1 ;

Получим отчет (рис. 3.6).

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. 3.6: Отчет по модели второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

В этом случае все критерии выполняются, поэтому модель оптимальна.

Построим модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами:

punkt STORAGE 4;

GENERATE (Exponential(1,0,1.75))

QUEUE Other ;

ENTER punkt ;

DEPART Other ;

ADVANCE 4,3 ;

LEAVE punkt ;

TERMINATE ;

GENERATE 10080 ;

TERMINATE 1 ;

START 1 ;

Получим отчет (рис. 3.7).

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
1	GENERATE	5719	0	0	
2	QUEUE	5719	0	0	
3	ENTER	5719	0	0	
4	DEPART	5719	0	0	
5	ADVANCE	5719	4	0	
6	LEAVE	5715	0	0	
7	TERMINATE	5715	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	7	0	5719	4356	0.194	0.341	1.431 0

  

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
PUNKT	4	0	0	4	5719	1	2.253	0.563	0	0

  

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
5718	0		10082.346	5718	5	6		
5717	0		10082.412	5717	5	6		
5719	0		10083.393	5719	5	6		
5721	0		10084.393	5721	0	1		
5720	0		10085.162	5720	5	6		
5722	0		20160.000	5722	0	8		

Рис. 3.7: Отчет по модели второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

Здесь все критерии выполнены при этом время ожидания и среднее число автомобилей меньше, чем в случае второй стратегии с 3 пунктами, но и загрузка меньше. То есть четвертый пропускной пункт излишне разгружает систему.

- Наилучшее количество пропускных пунктов при первом типе обслуживания –
4. Наилучшее количество пропускных пунктов при втором типе обслуживания –
- 3.

## 4 Выводы

В результате выполнения лабораторной работы реализовали с помощью gpss:

- модель с двумя очередями
- модель с одной очередью
- определили оптимальное число пропускных пунктов.

## Список литературы