

Отчёт по лабораторной работе №16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Козлов Всеволод Павлович НФИбд-02-22

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	11
4	Выводы	17

Список иллюстраций

3.1	Прибывающие автомобили образуют две очереди и обл. соответств. пропускными пунктами	8
3.2	Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и обл. соответств. пропускными пунктами	9
3.3	Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обл. освободившимися пропускными пунктами	9
3.4	Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обл. освободившимися пропускными пунктами	10
3.5	Модель с одним пунктам	11
3.6	Отчет. Модель с одним пунктам	12
3.7	Модель с тремя пунктами	12
3.8	Отчет. Модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами .	13
3.9	Модель с четырьмя пунктам	13
3.10	Отчет. Модель с четырьмя пунктам	14
3.11	Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами	14
3.12	Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами .	15
3.13	Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами	15
3.14	Отчет. Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами .	16

Список таблиц

3.1 Сравнение стратегий `{#tbl:strategy}`: 10

1 Цель работы

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

2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- модель с двумя очередями;
- модель с одной очередью;
- изменить модели, чтобы 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 μ . 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.

Прибывающие автомобили образуют две очереди и обсл. соответств. пропускными пунктами (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: Прибывающие автомобили образуют две очереди и обсл. соответств. пропускными пунктами

Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и обсл. соответств. пропускными пунктами (рис. 3.2).

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	6162	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	TIME AVAIL.	OWNER	PEND	ENTER	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	646.107	646.758	0	
OTHER2	393	388	2925	12	187.114	646.823	647.479	0	
FEC NO	PRZ	BDT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
5855	0	10081.102	5855	0	1				
5079	0	10083.517	5079	8	9				
5078	0	10083.838	5078	14	15				
5856	0	20160.000	5856	0	17				

Рис. 3.2: Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и обсл. соответств. пропускными пунктами

Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обсл. освободившимися пропускными пунктами (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 ;

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

Рис. 3.3: Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обсл. освободившимися пропускными пунктами

Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обсл. освободившимися пропускными пунктами (рис. 3.4).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.9.1									
cy66ona, MAR 24, 2025 10:54:54									
START TIME		END TIME		BLOCKS		FACILITIES		STORAGES	
0.000		10080.000		9		0		1	
NAME		VALUE							
OTHER		10001.000							
POINT		10000.000							
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	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		1	0			
	6	LEAVE	5049		0	0			
	7	TERMINATE	5049		0	0			
	8	GENERATE	1		1	0			
	9	TERMINATE	1		0	0			
QUEUE	MAX COUNT	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. COUNT	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY		
OTHER	668	668	5719	4	344.466	607.138	0	607.562	0
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX	2	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL. REPLY DELAY
POINT					0	5051	1	2.000	1.000 0 668
FEC XM	PRI	BOI	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
5721	0	10081.466	5051	5	6				
5051	0	10081.299	5051	5	6				
5052	0	10080.491	5052	5	6				
5722	0	20460.000	5722	0	8				

с длиной очередей и временем ожидания, во второй стратегии оказались ниже. Это позволяет считать вторую стратегию более предпочтительной.

3.3 Оптимизация модели двух стратегий обслуживания

Изменим модели под следующие критерии:

- коэффициента загрузки пропускных пунктов принадлежат 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.

Для обеих стратегий модель с одним пунктам будет следующей (рис. 3.5).

```
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) : прибытие автомобилей
QUEUE Other;
SEIZE punkt; занятие пункта 1
DEPART Other;
ADVANCE 4,3;
RELEASE punkt;
TERMINATE ;

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

Рис. 3.5: Модель с одним пунктам

Отчет. Модель с одним пунктам (рис. 3.6).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.6.1									
cy66era, was 24, 2025 10:57:07									
START TIME		END TIME		BLOCKS		FACILITIES		STORAGES	
0.000		10080.000		9		1		0	
NAME		VALUE							
OTHER		10000.000							
FUNCT		10001.000							
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY		
	1	GENERATE	5744			0	0		
	2	QUEUE	5744			3233	0		
	3	SEIZE	2812			1	0		
	4	DEPART	2812			0	0		
	5	ADVANCE	2812			1	0		
	6	RELEASE	2810			0	0		
	7	TERMINATE	2510			0	0		
	8	GENERATE	1			1	0		
	9	TERMINATE	1			0	0		
FACILITY	ENTRY	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OTHER	PENR	INDEX	RETRY	DELAY
FUNCT	2811	1.000	4.014	0.2512	0	0	0	3233	
QUEUE	3234	3233	5744	1	1617.674	2838.819			
OTHER									
FEC	KN	PRI	RTT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE	
	2512	0	10080.255	2512	5	6			
	10748	0	10080.384	10748	6	7			
	5747	0	20160.000	5747	0	8			

GPSS World Simulation Report - Unkilled Model 1.14.1									
cu@krona: ~\$ 24. 2020 11:04:13									
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10000.000		28	8	0			
NO		NAME		VALUE					
GO				4.000					
Obs1_1				10.000					
Obs1_2				14.000					
Obs1_3				10000.000					
Other1				10000.000					
Other2				10000.000					
Other3				10000.000					
Other4				10000.000					
Punkt1				10000.000					
Punkt2				10000.000					
Punkt3				10000.000					
Punkt4				10000.000					
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY				
GO	1	GENERATE	9547	0	0				
	2	TRANSFER	9547	0	0				
	3	TRANSFER	9547	0	0				
Obs1_1	4	QUEUE	1999	0	0				
	5	SEIZE	1999	0	0				
	6	DEPART	1999	0	0				
	7	ADVANCE	1999	0	0				
	8	RELEASE	1999	0	0				
	9	TERMINATE	1999	0	0				
Obs1_2	10	QUEUE	1999	0	0				
	11	SEIZE	1999	0	0				
	12	DEPART	1999	0	0				
	13	ADVANCE	1999	0	0				
	14	RELEASE	1999	0	0				
Obs1_3	15	QUEUE	1999	0	0				
	16	SEIZE	1999	0	0				
	17	DEPART	1999	0	0				
	18	ADVANCE	1999	0	0				
	19	RELEASE	1999	0	0				
	20	TERMINATE	1999	0	0				
	21	GENERATE	1	0	0				
	22	TRANSFER	1	0	0				
	23	TRANSFER	1	0	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNED	RENT	ENTER	RETRY	DELAY
Punkt1	1999	0.707	0.742	0	0	0	0	0	0
Punkt2	1999	0.740	0.709	1	9999	0	0	0	0
Punkt3	1999	0.707	0.742	1	9999	0	0	0	0
QUEUE	MAX COUNT	ENTRY	ENTRY(S)	AVE. COUNT	AVE. TIME	AVE. (S)	RETRY		
Other1	11	0	1999	0.00	1.112	0.112	0.000	0	0
Other2	12	0	1999	0.00	1.104	0.104	0.000	0	0
Other3	13	0	1999	0.00	1.104	0.104	0.000	0	0
Other4	14	0	1999	0.00	1.104	0.104	0.000	0	0
PGM	NO	NOI	NOI	NOI	NOI	NOI	NOI	NOI	NOI
9549	0	10000.000	9549	0	0	0	0	0	0
9550	0	10000.000	9550	0	0	0	0	0	0
9551	0	10000.000	9551	0	0	0	0	0	0
9552	0	10000.000	9552	0	0	0	0	0	0
END STATE: 10000.000									

Рис. 3.8: Отчет. Модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами

Здесь сред кол-во автомобилей в очереди меньше 3 и коэффициента загрузки в нужном диапазоне. Однако сред время ожидания больше 4.

Модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. 3.9).

```

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

Obs1_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;

```

Рис. 3.9: Модель с четырьмя пунктам

Отчет. Модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. 3.10).

NAME		VALUE	
A		5.000	
B		5.000	
OBST_1		5.000	
OBST_2		11.000	
OBST_3		17.000	
OBST_4		23.000	
OTHER1		10004.000	
OTHER2		10004.000	
OTHER3		10001.000	
OTHER4		10000.000	
PUNHT1		10009.000	
PUNHT2		10009.000	
PUNHT3		10009.000	
PUNHT4		10001.000	

LABEL	LOC	BLOCK	TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE		5622	0	0		
	2	TRANSFER		5622	0	0		
A	3	TRANSFER		2581	0	0		
B	4	TRANSFER		2181	0	0		
OBST_1	5	QUEUE		1465	0	0		
	6	DECODE		1465	0	0		
	7	DEPART		1465	0	0		
	8	ADVANCE		1465	0	0		
	9	RELEASE		1464	0	0		
OBST_2	10	TERMINATE		1464	0	0		
	11	QUEUE		1464	0	0		
	12	DECODE		1464	0	0		
	13	DEPART		1464	0	0		
	14	ADVANCE		1464	0	0		
	15	RELEASE		1464	0	0		
OBST_3	16	TERMINATE		1464	0	0		
	17	QUEUE		1378	0	0		
	18	DECODE		1378	0	0		
	19	DEPART		1378	0	0		
	20	ADVANCE		1378	0	0		
	21	RELEASE		1378	0	0		
OBST_4	22	TERMINATE		1378	0	0		
	23	QUEUE		1413	0	0		
	24	DECODE		1413	0	0		
	25	DEPART		1413	0	0		
	26	ADVANCE		1413	0	0		
	27	RELEASE		1412	0	0		
	28	TERMINATE		1412	0	0		
	29	GENERATE		1	0	0		
	30	TERMINATE		1	0	0		

FACILITY	ENTRIES	UTEL	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNED	WENT	ENTER	RETRY	DELAY
PUNHT4	1413	0.857	3.871	1	5623	0	0	0	0	
PUNHT3	1378	0.948	3.889	1	0	0	0	0	0	
PUNHT2	1464	0.842	3.889	1	0	0	0	0	0	
PUNHT1	1465	0.884	4.118	1	5621	0	0	0	0	

QUEUE	MAX	COST	ENTRY	ENTRY(S)	AVE.	COST	AVE.	TIME	AVE.	(-S)	RETRY
OTHER4	5	0	1413	628	0.418	2.858	5.128	0	0		
OTHER3	8	0	1378	638	0.383	2.827	4.814	0	0		
OTHER2	8	0	1464	625	0.380	2.876	4.804	0	0		
OTHER1	8	0	1465	590	0.492	3.388	5.687	0	0		

REC	NO	PAR	ROT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
9424	0			LOGIC-DAL	9424	0		1

Рис. 3.10: Отчет. Модель с четырьмя пунктам

В этом случае все критерии выполнены, поэтому 4 пункта являются оптимальным количеством для первой стратегии.

Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. 3.11).

```

punkt STORAGE 3;
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other;
ENTER punkt;
DEPART Other;
ADVANCE 4,3;
LEAVE punkt;
TERMINATE;

GENERATE 10080;
TERMINATE 1;
START 1;

```

Рис. 3.11: Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами

Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. 3.12).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.14.1									
cy66ora, mas 24, 2025 11:12:14									
START TIME		END TIME		BLOCKS		FACILITIES		STORAGES	
0.000		10080.000		9		0		1	
NAME		VALUE							
OTHER		10001.000							
POINT		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	MAN	CONT.	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY		
OTHER	12	0	5683	2821	1.063	1.885	3.388	0	
STORAGE	CAP.	REN.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE. C. UTIL.	RETRY	DELAY
POINT	3	0	0	3	5683	1	2.243	0.748	0
LOC	YN	PRZ	ROT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE	
5680	0		10080.434	5680	5	6			
5683	0		10080.431	5683	5	6			
5685	0		10080.068	5685	0	1			
5684	0		10085.592	5684	5	6			
5686	0		20160.000	5686	0	8			

Рис. 3.12: Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами

Все критерии выполняются => модель оптимальна.

Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. 3.13).

```
punkt STORAGE 4;
GENERATE (Exponential(1,0.1.75)) : прибытие автомобилей

QUEUE Other;
ENTER punkt;
DEPART Other;
ADVANCE 4, 3;
LEAVE punkt;
TERMINATE;

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

Рис. 3.13: Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами

Отчет. Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. 3.14).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.17.1									
cy66ora, max 24, 2025 11:14:08									
START TIME		END TIME		BLOCKS		FACILITIES		STORAGES	
0.000		10080.000		9		0		1	
NAME		VALUE							
OTHER		10001.000							
POINT		10000.000							
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 COUNT	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. COUNT	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	
POINT	4	0	0	4	5719	1	2.253	0.563	0
FEC	KN	PRI	ROT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE	
5716	0		10082.346	5716	5	6			
5717	0		10082.412	5717	5	6			
5719	0		10083.293	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. 3.14: Отчет. Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами

В данной ситуации все критерии соблюдены, при этом время ожидания и среднее количество автомобилей оказываются ниже, чем во втором варианте стратегии с тремя пунктами. Однако уровень загрузки также снижается, что говорит о возможной избыточности четвёртого пункта пропуска.

Таким образом, на основе проведённого анализа можно заключить, что оптимальное количество пропускных пунктов составляет три при втором типе обслуживания и четыре при первом.

4 Выводы

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