

Лабораторная работа 16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Игнатенкова Варвара Николаевна

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	19

Список иллюстраций

3.1	Модель первой стратегии обслуживания	8
3.2	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания	9
3.3	Модель второй стратегии обслуживания	10
3.4	Отчет по модели второй стратегии обслуживания	10
3.5	Модель двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом . .	12
3.6	Отчёт по модели двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом	12
3.7	Модель первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами	13
3.8	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами	14
3.9	Модель первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами	15
3.10	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами	15
3.11	Модель второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами	16
3.12	Отчёт по модели второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами	16
3.13	Модель второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами	17
3.14	Отчёт по модели второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами	17

Список таблиц

3.1 Сравнение стратегий :	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;
- 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.

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

После запуска симуляции получим отчёт (рис. [3.2]).

Untitled Model 1.1.1 - REPORT									
Summary Data by Data Category									
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					
Detailed Data by Data Category									
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 Data									
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 Data									
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	
EC XN PRI BDI 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 по модели первой стратегии обслуживания

Составим модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом (рис. [3.3], [3.4]).

```

punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential (1,0,1.75))
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 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;

```

Рис. 3.3: Модель второй стратегии обслуживания

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.4.1

суббота, мая 17, 2025 02:01:25

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: Отчет по модели второй стратегии обслуживания

Составим таблицу по полученной статистике (табл. [3.1]).

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. Максимальная длина очереди, средняя длина очереди и среднее время ожидания меньше для второй стратегии. Можно сделать вывод, что вторая стратегия лучше.

3.3 Оптимизация модели двух стратегий обслуживания

Изменим модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов (от 1 до 4). Будем подбирать под следующие критерии:

- 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.

Для обеих стратегий модель с одним пунктом выглядит одинаково (рис. [3.5]).

```

GENERATE (Exponential (1,0,1.75))
QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
SEIZE punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход из очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
RELEASE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;

```

Рис. 3.5: Модель двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом

После симуляции получим следующий отчет (рис. [3.5]).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.9.1									
суббота, мая 17, 2025 02:13:55									
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	AVE.(-0)		RETRY	
OTHER	3234 3233	5744	1	1617.676	2838.819	2839.313		0	
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER		VALUE	
2512	0	10080.255	2512	5	6				
5746	0	10080.384	5746	0	1				
5747	0	20160.000	5747	0	8				

Рис. 3.6: Отчёт по модели двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом

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

Построим модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами и получим отчет (рис. [3.7], [3.8]).

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

Obs1_1 QUEUE Other1 ; присоединение к очереди 1
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 ;

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;
```

Рис. 3.7: Модель первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10080.000		21	1	0			
NAME		VALUE							
OBSL_1		2.000							
OBSL_2		8.000							
OBSL_3		14.000							
OTHER1		10000.000							
OTHER2		UNSPECIFIED							
OTHER3		UNSPECIFIED							
PUNKT1		10001.000							
PUNKT2		UNSPECIFIED							
PUNKT3		UNSPECIFIED							
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY				
OBSL_1	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				
OBSL_2	8	QUEUE	0	0	0				
	9	SEIZE	0	0	0				
	10	DEPART	0	0	0				
	11	ADVANCE	0	0	0				
	12	RELEASE	0	0	0				
	13	TERMINATE	0	0	0				
	14	QUEUE	0	0	0				
OBSL_3	15	SEIZE	0	0	0				
	16	DEPART	0	0	0				
	17	ADVANCE	0	0	0				
	18	RELEASE	0	0	0				
	19	TERMINATE	0	0	0				
	20	GENERATE	1	0	0				
	21	TERMINATE	1	0	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT1	2511	1.000	4.014	1	2512	0	0	0	3233
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
OTHER1	3234	3233	5744	1	1617.676	2838.819	2839.313	0	
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
2512	0	10080.255	2512	5	6				
5746	0	10080.384	5746	0	1				
5747	0	20160.000	5747	0	20				

Рис. 3.8: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

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

Построим модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. [3.9], [3.10]).

```

GENERATE (Exponential (1,0,1.75))

TRANSFER 0.5,a,b;
a TRANSFER 0.5,Obsl_1,Obsl_2
b TRANSFER 0.5,Obsl_3,Obsl_4

Obsl_1 QUEUE Other1 ;| присоединение к очереди 1
SEIZE punkt1 ;
DEPART Other1;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt1 ;
TERMINATE ;
Obsl_2 QUEUE Other2 ;
SEIZE punkt2 ;
DEPART Other2 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt2 ;
TERMINATE ;
Obsl_3 QUEUE Other3 ;
SEIZE punkt3 ;
DEPART Other3 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt3 ;
TERMINATE ;

Obsl_4 QUEUE Other4;
SEIZE punkt4 ;
DEPART Other4 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt4 ;
TERMINATE ;

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;

```

Рис. 3.9: Модель первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

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. 3.10: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

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

Построим модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами и получим отчет (рис. [3.11], [3.12]).

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

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

;задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;
```

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

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.19.1									
суббота, мая 17, 2025 02:40:23									
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
EC 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. 3.12: Отчёт 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 и получим отчет (рис. [3.13], [3.14]).

```
punkt STORAGE 4;  
GENERATE (Exponential (1,0,1.75))  
  
QUEUE Other ;  
ENTER punkt ;  
DEPART Other ;  
Advance 4,3 ;  
LEAVE punkt ;  
TERMINATE ;  
  
;задание условия остановки процедуры моделирования  
GENERATE 10080 ;  
TERMINATE 1 ;  
START 1 ;
```

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

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.18.1									
cy66ota, mar 17, 2025 02:37:58									
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		0	0			
	3	ENTER	5719		0	0			
	4	DEPART	5719		0	0			
	5	ADVANCE	5719		4	0			
	6	LEAVE	5719		0	0			
	7	TERMINATE	5719		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. 3.14: Отчёт 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, однако и загрузка

меньше. Можно сделать вывод, что 4 пропускной пункт излишне разгружает систему.

В результате анализа наилучшим количеством пропускных пунктов будет 3 *при втором типе обслуживания* и 4 *при первом*.

4 Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы я реализовала с помощью gpss:

- модель с двумя очередями;
- модель с одной очередью;
- изменить модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов.