

Отчёт по лабораторной работе 16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Наталья Андреевна Сидорова

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	9
5	Выводы	20
	Список литературы	21

Список иллюстраций

4.1	1 стратегия, 2 пункта	9
4.2	Отчет	10
4.3	2 стратегия, 2 пункта	10
4.4	Отчет	11
4.5	Таблица	12
4.6	обе стратегии, 1 пункт	12
4.7	Отчет	13
4.8	1 стратегия, 3 пункта	14
4.9	Отчет	15
4.10	2 стратегия, 3 пункта	15
4.11	Отчет	16
4.12	1 стратегия, 4 пункта	17
4.13	Отчет	18
4.14	2 стратегия, 4 пункта	18
4.15	Отчет	19

Список таблиц

1 Цель работы

Реализовать с помощью gpss модель двух стратегий обслуживания и оценить оптимальные параметры[1].

2 Задание

Реализовать с помощью gpss[2]:

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

3 Теоретическое введение

На пограничном контрольно-пропускном пункте транспорта имеются 2 пункта пропуска. Интервалы времени между поступлением автомобилей имеют экспоненциальное распределение со средним значением λ . 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: $\lambda = 1,75$ мин, $a = 1$ мин, $b = 7$ мин.

Целью моделирования является определение:

1. характеристик качества обслуживания автомобилей, в частности, средних длин очередей; среднего времени обслуживания автомобиля; среднего времени пребывания автомобиля на пункте пропуска;
2. наилучшей стратегии обслуживания автомобилей на пункте пограничного контроля;
3. оптимального количества пропускных пунктов.

В качестве критериев, используемых для сравнения стратегий обслуживания автомобилей, выберем:

1. коэффициенты загрузки системы;
2. максимальные и средние длины очередей;
3. средние значения времени ожидания обслуживания.

4 Выполнение лабораторной работы

Первая стратегия обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими двумя пропускными пунктами (рис. 4.1).

```
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. 4.1: 1 стратегия, 2 пункта

Отчет (рис. 4.2).

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	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. 4.2: Отчет

Вторая стратегия обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом (рис. 4.3).

```

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

QUEUE Other ; присоединение к очереди
ENTER punkt,1 ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта
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. 4.3: 2 стратегия, 2 пункта

Отчет (рис. 4.4).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1									
суббота, мая 17, 2025 18:57:40									
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. 4.4: Отчет

Сравнительная таблица. 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. (рис. 4.5).

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

Рис. 4.5: Таблица

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

1. коэффициент загрузки пропускных пунктов принадлежит интервалу $[0, 5; 0, 95]$;
2. среднее число автомобилей, одновременно находящихся на контрольно пропускном пункте, не должно превышать 3;
3. среднее время ожидания обслуживания не должно превышать 4 мин. Для обеих стратегий модель с одним пунктом выглядит одинаково (рис. 4.6).

```

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

QUEUE Other ; присоединение к очереди
SEIZE punkt ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
RELEASE punkt ; освобождение пункта
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. 4.6: обе стратегии, 1 пункт

Отчет. В этом случае модель не проходит ни по одному из критериев, так как коэффициент загрузки, размер очереди и среднее время ожидания больше (рис. 4.7).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.3.1										
суббота, мая 17, 2025 19:02:30										
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	0	3233
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY		
OTHER	3234	3233	5744	1	1617.676	838.819	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. 4.7: Отчет

Построим модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. 4.8).

```

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

TRANSFER 0.33,others,Obs1_3
others TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2

; 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

; моделирование работы пункта 3
Obs1_3 QUEUE Other3 ; присоединение к очереди 3
SEIZE punkt3 ; занятие пункта 3
DEPART Other3 ; выход из очереди 3
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 3
RELEASE punkt3 ; освобождение пункта 3
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. 4.8: 1 стратегия, 3 пункта

Отчет. В этом случае среднее время ожидания больше 4. (рис. 4.9).

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	5547	0	0	
	2	TRANSFER	5547	0	0	
OTHERS	3	TRANSFER	3682	0	0	
OBS1_1	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	
OBS1_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	
OBS1_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

Построим модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. 4.10).

Рис. 4.10: 2 стратегия, 3 пункта

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.5.1									
суббота, мая 17, 2025 19:11:40									
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. 4.11: Отчет

Построим модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. 4.12).


```

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

TRANSFER 0.5,ab,cd
ab TRANSFER 0.5,obs1_1,obs1_2
cd TRANSFER 0.5,obs1_3,obs1_4

; 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

; моделирование работы пункта 3
Obs1_3 QUEUE Other3 ; присоединение к очереди 3
SEIZE punkt3 ; занятие пункта 3
DEPART Other3 ; выход из очереди 3
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 3
RELEASE punkt3 ; освобождение пункта 3
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; моделирование работы пункта 4
Obs1_4 QUEUE Other4 ; присоединение к очереди 4
SEIZE punkt4 ; занятие пункта 4
DEPART Other4 ; выход из очереди 4
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 4
RELEASE punkt4 ; освобождение пункта 4
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. 4.12: 1 стратегия, 4 пункта

Отчет. В этом случае все критерии выполнены, поэтому 4 пункта являются оптимальным количеством для первой стратегии. (рис. 4.13).

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

Рис. 4.13: Отчет

Построим модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. 4.14).

```
punkt STORAGE 4
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ; присоединение к очереди
ENTER punkt ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
LEAVE punkt ; освобождение пункта
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. 4.14: 2 стратегия, 4 пункта

Отчет. 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.

(рис. 4.15).

суббота, мая 17, 2025 19:19:57									
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	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. 4.15: Отчет

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

5 Выводы

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

1. модель с двумя очередями;
2. модель с одной очередью;
3. изменила модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Лабораторная работа 16. Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания [Электронный ресурс].
2. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Имитационное моделирование в GPSS [Электронный ресурс].