

Отчёт по лабораторной работе №16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Гэинэ Андрей НФИбд-02-22

Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Выполнение лабораторной работы	7
Постановка задачи	7
Построение модели	7
Оптимизация модели двух стратегий обслуживания	12
Выводы	19

Список иллюстраций

1	Прибывающие автомобили образуют две очереди и obsл. соответств. пропускными пунктами	8
2	Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и obsл. соответств. пропускными пунктами	9
3	Прибывающие автомобили образуют одну очередь и obsл. освободившимися пропускными пунктами	10
4	Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и obsл. освободившимися пропускными пунктами	11
5	Модель с одним пунктам	13
6	Отчет. Модель с одним пунктам	13
7	Модель с тремя пунктами	14
8	Отчет. Модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами .	15
9	Модель с четырьмя пунктам	15
10	Отчет. Модель с четырьмя пунктам	16
11	Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами	16
12	Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами .	17
13	Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами	17
14	Отчет. Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами .	18

Список таблиц

1 Сравнение стратегий {#tbl:strategy}: 11

Цель работы

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

Задание

Реализовать с помощью gpss:

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

Выполнение лабораторной работы

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.

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 обл. соответств. пропускными пунктами (рис. [-@fig:001]).

```

GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей
TEST LE QSOther1,QSOther2,Obs1_2 ; длина оч. 1<= длине оч. 2
TEST E QSOther1,QSOther2,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 останова процедуры моделирования

```

Рис. 1: Прибывающие автомобили образуют две очереди и обл. соответств. пропускными пунктами

Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и обл. соответств. пропускными пунктами (рис. [-@fig:002]).

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

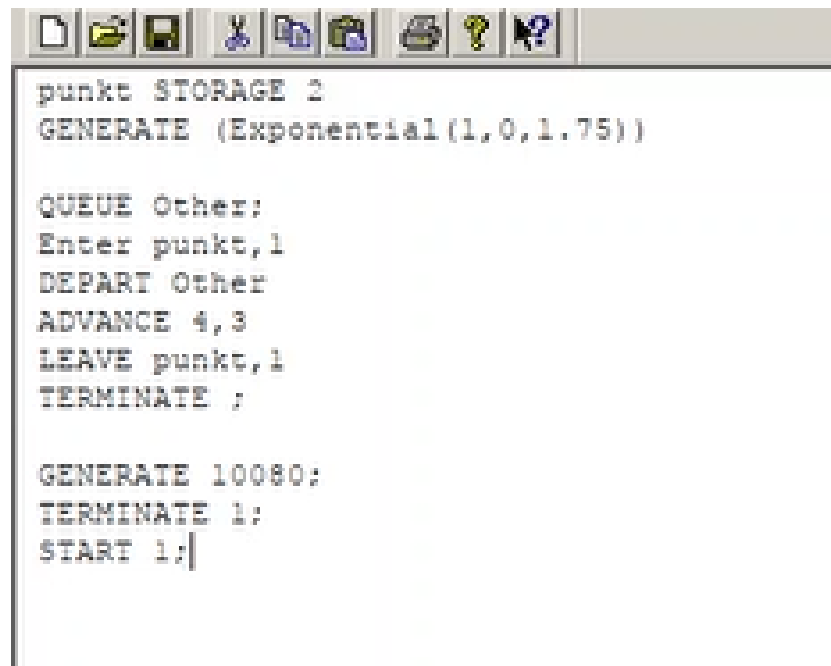
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT2	2537	0.996	3.957	1	5078	0	0	0	388
PUNKT1	2541	0.997	3.955	1	5079	0	0	0	387

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		
5856	0	10082.517	5856	8	9		
				14	15		
				0	17		

Рис. 2: Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и обл. соответств. пропускными пунктами

Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обл. освободившимися пропускными пунктами (рис. [-@fig:003]).



```
punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential(1,0,1.75))

QUEUE Other:
Enter punkt,1
DEPART Other
ADVANCE 4,3
LEAVE punkt,1
TERMINATE ;

GENERATE 10080:
TERMINATE 1:
START 1:|
```

Рис. 3: Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обсл. освободившимися пропускными пунктами

Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обсл. освободившимися пропускными пунктами (рис. [-@fig:004]).

GPSS World Simulation Report - lab16.2.1									
пятница, октября 24, 2025 01:28:57									
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	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: Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обл. освобожденными пропускными пунктами

Составим таблицу по полученной статистике

Таблица 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

Показатель	стратегия 1		стратегия 2	
Среднее время ожидания	644,107	644,823	644,465	607,138

Анализ результатов моделирования двух систем показывает, что первая модель способна обработать большее количество автомобилей. Однако стоит отметить, что во второй модели разница между числом поступивших и обслуженных машин меньше, что свидетельствует о более эффективной работе системы. Кроме того, коэффициент загрузки для второй модели достигает 1, что означает полное использование всех пропускных пунктов без простоев. Также показатели, связанные с длиной очередей и временем ожидания, во второй стратегии оказались ниже. Это позволяет считать вторую стратегию более предпочтительной.

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. [-@fig:005]).

```

GENERATE (Exponential(1,0,1.75))

QUEUE Other;
SEIZE punkt
DEPART Other
ADVANCE 4,3
RELEASE punkt
TERMINATE ;

GENERATE 10080;
TERMINATE 1;
START 1;

```

Рис. 5: Модель с одним пунктам

Отчет. Модель с одним пунктам (рис. [-@fig:006]).

```

GPSS World Simulation Report - lab16.3.1

    пятница, октября 24, 2025 01:30:22

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               1    GENERATE      5744         0             0
2               2    QUEUE        5744         3233          0
3               3    SEIZE        2511         0             0
4               4    DEPART      2511         0             0
5               5    ADVANCE     2511         1             0
6               6    RELEASE     2510         0             0
7               7    TERMINATE   2510         0             0
8               8    GENERATE      1           0             0
9               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. 6: Отчет. Модель с одним пунктам

Здесь модель не проходит ни по одному из критериев, тк коэффициенты загрузки, размер очереди и среднее время ожидания больше.

Модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. [-@fig:007]).

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

TRANSFER 0.33,go,Obs1_3;
go TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2;
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;

GENERATE 10080
TERMINATE 1
START 1
```

Рис. 7: Модель с тремя пунктами

Отчет. Модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. [-@fig:008]).

[illegible]

Рис. 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. [-@fig:009]).

```

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

TRANSFER 0.33,a,b;
a TRANSFER 0.5,Obs11_1,Obs11_2
b TRANSFER 0.5,Obs11_3,Obs11_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;
TERMINATE 1;
START 1;

```

Рис. 9: Модель с четырьмя пунктам

Отчет. Модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. [-@fig:010]).

NAME	VALUE
A	2.000
Q	4.000
QBSL_1	4.000
QBSL_2	11.000
QBSL_3	1.000
QBSL_4	29.000
OTHERS	10004.000
OTHERS	10002.000
OTHERS	10002.000
PUNHT1	10009.000
PUNHT2	10009.000
PUNHT3	10009.000
PUNHT4	10001.000

NAME	LOC	BLOCK	TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
A	1	GENERATE	8621	0	0	0	0	0
Q	2	TRANSFER	8622	0	0	0	0	0
QBSL_1	3	TRANSFER	2821	0	0	0	0	0
QBSL_2	4	TRANSFER	2721	0	0	0	0	0
QBSL_3	5	QUEUE	1465	0	0	0	0	0
QBSL_4	6	QUEUE	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	7	DEPART	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	8	ADVANCE	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	9	RELEASE	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	10	TERMINATE	1464	0	0	0	0	0
OTHERS	11	QUEUE	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	12	QUEUE	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	13	DEPART	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	14	ADVANCE	1465	0	0	0	0	0
OTHERS	15	RELEASE	1464	0	0	0	0	0
OTHERS	16	TERMINATE	1464	0	0	0	0	0
OTHERS	17	QUEUE	1478	0	0	0	0	0
OTHERS	18	QUEUE	1478	0	0	0	0	0
OTHERS	19	DEPART	1478	0	0	0	0	0
OTHERS	20	ADVANCE	1478	0	0	0	0	0
OTHERS	21	RELEASE	1478	0	0	0	0	0
OTHERS	22	TERMINATE	1478	0	0	0	0	0
OTHERS	23	QUEUE	1413	0	0	0	0	0
OTHERS	24	QUEUE	1413	0	0	0	0	0
OTHERS	25	DEPART	1413	0	0	0	0	0
OTHERS	26	ADVANCE	1413	0	0	0	0	0
OTHERS	27	RELEASE	1412	0	0	0	0	0
OTHERS	28	TERMINATE	1412	0	0	0	0	0
OTHERS	29	GENERATE	1	0	0	0	0	0
OTHERS	30	TERMINATE	1	0	0	0	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNER	RENT	ENTER	RETRY	DELAY
PUNHT4	14625	0.847	2.371	1	2621	0	0	0	0	0
PUNHT3	1478	0.848	3.889	1	0	0	0	0	0	0
PUNHT2	1466	0.842	2.382	1	0	0	0	0	0	0
PUNHT1	1465	0.844	4.018	1	5421	0	0	0	0	0

QUEUE	NAME	COST	ENTRY	ENTRY(1)	AVE.	COST	AVE.	TIME	AVE.	(-1)	RETRY
OTHERS	1	0	1413	625	0.415	2.959	4.025	0	0	0	0
OTHERS	2	0	1478	655	0.448	2.927	4.118	0	0	0	0
OTHERS	3	0	1465	625	0.382	2.676	4.004	0	0	0	0
OTHERS	4	0	1465	590	0.482	4.185	4.187	0	0	0	0

REQ	HW	PR	ROT	ASSEM	CURRENT	TEXT	PARAMETER	VALUE
1424	0	10000.041	5624	0	1			

Рис. 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. [-@fig:011]).

```

punte STORAGE 3
GENERATE (Exponential(1,0,1.75))

QUEUE Other:
Enter punte;
DEPART Other;
ADVANCE 4,3;
LEAVE punte;
TERMINATE;

GREENRATE 10080;
TERMINATE 1;
START 1;

```

Рис. 11: Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами

Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами (рис. [-@fig:012]).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.16.1

cy66one, max 24, 2025 11:12:124

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	2021	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

LOC	PRI	BOT	ASSEN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
5680	0	10080.434	5680	5	6		
5683	0	10080.431	5683	5	6		
5685	0	10082.068	5685	0	1		
5686	0	10085.040	5686	5	6		
5688	0	20160.000	5688	0	8		

Рис. 12: Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами

Все критерии выполняются => модель оптимальна.

Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. [-@fig:013]).

```
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;
```

Рис. 13: Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами

Отчет. Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами (рис. [-@fig:014]).

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 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. 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.

Выводы

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