

Лабораторная Работа №16

Задачи оптимизации. Модель двухстратегий обслуживания

Гэинэ Андрей

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

- Гэинэ Андрей
- НФИбд-02-22
- Российский университет дружбы народов
- [1032219249@pfur.ru]

Выполнение лабораторной работы

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

Реализовать с помощью gpss:

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

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.

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

```
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 останова процедуры моделирования
```

Отчет. Прибывающие автомобили образуют две очереди и обл. соот- ветств. пропускными пунктами

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

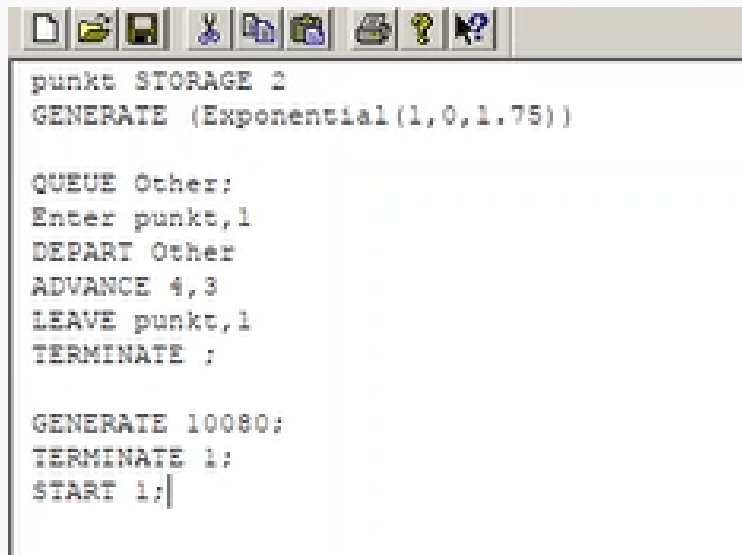
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
OBSL_1	1	GENERATE	5853	0	0
	2	TEST	5853	0	0
	3	TEST	4162	0	0
	4	TRANSFER	2431	0	0
	5	QUEUE	2928	387	0
	6	SEIZE	2541	0	0
	7	DEPART	2541	0	0
	8	ADVANCE	2541	1	0
	9	RELEASE	2540	0	0
OBSL_2	10	TERMINATE	2540	0	0
	11	QUEUE	2925	388	0
	12	SEIZE	2537	0	0
	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
--------	-----	-----	-------	---------	------	-----------	-------

Прибывающие автомобили образуют одну очередь и obsл. освободившимися пропускными пунктами



The screenshot shows a simulation software window with a toolbar at the top containing icons for file operations, simulation control, and model editing. The main text area displays the following model code:

```
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;
```

Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обл. освобожденными пропускными пунктами

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		

Сравнение стратегий

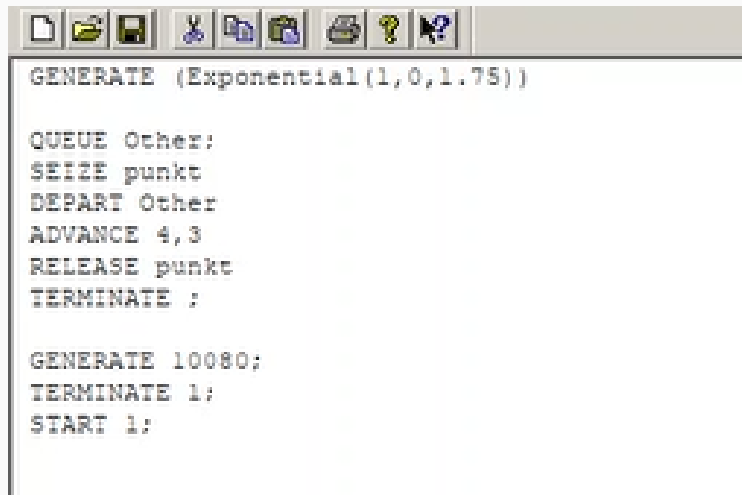
Показатель	стратегия 1		стратегия 2	
	пункт 1	пункт 2	в целом	
Поступило автомобилей	2928	2925	5853	5719
Обслужено автомобилей	2540	2536	5076	5049
Коэффициент загрузки	0,997	0,996	0,9965	1
Максимальная длина очереди	393	393	786	668
Средняя длина очереди	187,098	187,114	374,212	344,466
Среднее время ожидания	644,107	644,823	644,465	607,138

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.

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.

Модель с одним пунктам (для обеи стратегий)



The screenshot shows a window with a toolbar at the top containing icons for file operations (new, open, save, print, copy, paste, delete, undo, redo) and a search icon. Below the toolbar is a text area containing the following commands:

```
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: Отчет. Прибывающие автомобили образуют одну очередь и обсл. освободившимися пропускными пунктами

Отчет. Модель с одним пунктам

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		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	BDI	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		

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

```
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
```

Отчет. Модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами

GSPS World Simulation Report - Unlinked Model 1.14.1									
cy8600a, max 24, 2020 11:08:13									
START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES					
0.000	10000.000	20	4	0					
NAME		VALUE							
GO	0.000								
OSBL_1	4.000								
OSBL_2	10.000								
OSBL_3	16.000								
OTHER1	10000.000								
OTHER2	10000.000								
OTHER3	10000.000								
PURNT1	10000.000								
PURNT2	10000.000								
PURNT3	10000.000								
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY			
GO	1	GENERATE	5547	0	0	0			
	2	TRANSFER	5547	0	0	0			
	3	TRANSFER	5547	0	0	0			
	4	QUEUE	1493	1	0	0			
	5	SEIZE	1493	0	0	0			
	6	DEPART	1493	0	0	0			
	7	ADVANCE	1493	1	0	0			
	8	RELEASE	1493	0	0	0			
	9	TERMINATE	1493	0	0	0			
	10	QUEUE	1429	0	0	0			
OSBL_1	11	SEIZE	1429	0	0	0			
	12	DEPART	1429	0	0	0			
	13	ADVANCE	1429	0	0	0			
	14	RELEASE	1429	0	0	0			
	15	TERMINATE	1429	0	0	0			
	16	QUEUE	1465	0	0	0			
	17	SEIZE	1465	0	0	0			
	18	DEPART	1465	0	0	0			
	19	ADVANCE	1465	1	0	0			
	20	RELEASE	1465	0	0	0			
OSBL_2	21	TERMINATE	1465	0	0	0			
	22	GENERATE	1	0	0	0			
	23	TERMINATE	1	0	0	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	ORDER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PURNT2	1429	0.717	0.992	1	0	0	0	0	0
PURNT3	1465	0.740	4.006	1	5524	0	0	0	0
PURNT1	1493	0.707	0.987	1	5546	0	0	0	1
QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (1-0) RETRY			
OTHER2	11	0	1429	508	1.112	6.126	8.482 0		
OTHER3	13	0	1465	519	1.104	6.102	8.488 0		
OTHER1	9	1	1493	528	0.929	6.099	7.079 0		
REQ ID	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
5549	0	10001.799	5549	0	1				
5544	0	10002.440	5544	18	20				
5546	0	10003.000	5546	7	8				
5540	0	10000.000	5540	0	-1				

File Main, menu F1 Simul is Paused

Рис. 8: Отчет. Модель с тремя 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

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

```
TRANSFER 0.33,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;
```

```
TERMINATE 1;
```

```
START 1;
```

I

Отчет. Модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами

NAME		VALUE
A		1.000
B		4.000
OBSL_1		1.000
OBSL_2		11.000
OBSL_3		17.000
OBSL_4		23.000
OTHER1		10004.000
OTHER2		10004.000
OTHER3		10001.000
OTHER4		10001.000
OTHER5		10007.000
PUNHT1		10008.000
PUNHT2		10008.000
PUNHT3		10001.000
PUNHT4		10001.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
1		GENERATE	5621	0	0	
2		TRANSFER	5621	0	0	
3		TRANSFER	2921	0	0	
4		TRANSFER	2791	0	0	
5						
OBSL_1	8	QUEUE	1489	0	0	
6		SEIZE	1489	0	0	
7		DEPART	1489	0	0	
8		ADVANCE	1489	1	0	
9		RELEASE	1489	0	0	
10		TERMINATE	1489	0	0	
OBSL_2	11	QUEUE	1366	0	0	
12		SEIZE	1366	0	0	
13		DEPART	1366	0	0	
14		ADVANCE	1366	0	0	
15		RELEASE	1366	0	0	
16		TERMINATE	1366	0	0	
OBSL_3	17	QUEUE	1379	0	0	
18		SEIZE	1379	0	0	
19		DEPART	1379	0	0	
20		ADVANCE	1379	0	0	
21		RELEASE	1379	0	0	
22		TERMINATE	1379	0	0	
OBSL_4	23	QUEUE	1419	0	0	
24		SEIZE	1419	0	0	
25		DEPART	1419	0	0	
26		ADVANCE	1419	1	0	
27		RELEASE	1419	0	0	
28		TERMINATE	1419	0	0	
29		GENERATE	1	0	0	
30		TERMINATE	1	0	0	

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	ENTER	RETRY	DELAY
PUNHT4	1419	0.957	2.971	1	5623	0	0	0	0
PUNHT3	1379	0.949	2.989	1	0	0	0	0	0
PUNHT2	1366	0.941	2.992	1	0	0	0	0	0
PUNHT1	1489	0.986	4.018	1	5621	0	0	0	0

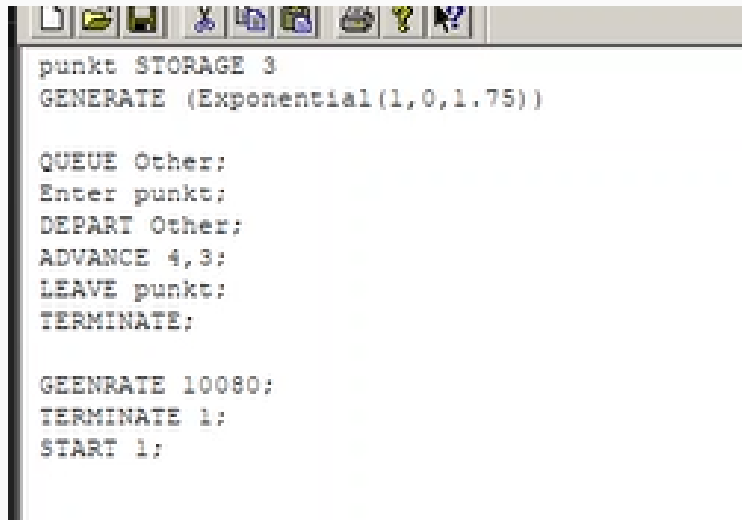
QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(G)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (1-0)	RETRY
OTHER4	7	0	1419	628	0.415	2.325	0
OTHER3	8	0	1379	698	0.349	2.827	4.916
OTHER2	8	0	1366	628	0.369	2.876	4.914
OTHER1	8	0	1489	590	0.492	3.085	5.667

REC NO	PR1	BDT	ARREN	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
5624	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



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

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

GEENRATE 10080;
TERMINATE 1;
START 1;
```

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

Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами

```
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.16.1

суббота, мая 24, 2025 11:12:24

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

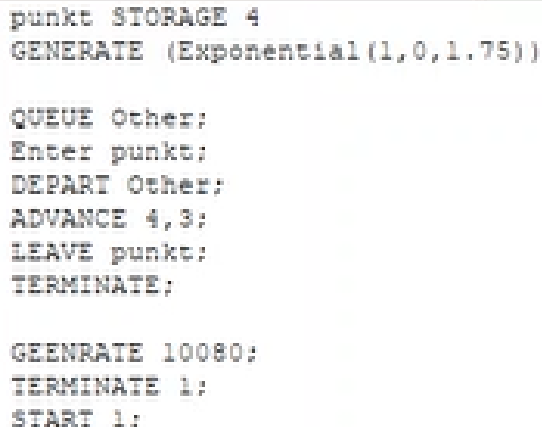
STORAGE        CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL.  RETRY DELAY
PUNKT          3  0  0  3  5683  1  2.243  0.748  0  0

FEC XN PRI      EDT  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. 12: Отчет. Модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами

Все критерии выполняются \Rightarrow модель оптимальна.

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 10000;
TERMINATE 1;
START 1;
```

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

Отчет. Модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами

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							
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	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 XM	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. 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.

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