

Отчет по Лабораторной работе №16

Дисциплина: Имитационное моделирование

Шошина Евгения Александровна, НФИ-01-22

Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Теоретическое введение	7
Выполнение лабораторной работы	8
Выводы	19
Список литературы	20

Список иллюстраций

1	Модель для первой стратегии обслуживания	8
2	Результат моделирования для первой стратегии обслуживания . .	9
3	Модель для второй стратегии обслуживания	9
4	Результат моделирования для второй стратегии обслуживания . .	10
5	Сравнительная таблица	10
6	Модель для первой стратегии обслуживания с одним пропускным пунктом	11
7	Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с одним пропускным пунктом	12
8	Модель для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами	13
9	Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами	14
10	Модель для первой стратегии обслуживания с четырьмя пропуск- ными пунктами	15
11	Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с четырьмя пропускными пунктами	16
12	Модель для второй стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами	16
13	Результат моделирования для второй стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами	17
14	Модель для второй стратегии обслуживания с четырьмя пропуск- ными пунктами	17
15	Результат моделирования для второй стратегии обслуживания с четырьмя пропускными пунктами	18

Список таблиц

Цель работы

Определить: - характеристики качества обслуживания автомобилей, в частности, средних длин очередей; среднего времени обслуживания автомобиля; среднего времени пребывания автомобиля на пункте пропуска; - наилучшую стратегию обслуживания автомобилей на пункте пограничного контроля; - оптимальное количество пропускных пунктов.

Задание

1. Составить модель для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пропускными пунктами, имеем следующую модель
2. Составить модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом;
3. Свести полученные статистики моделирования в таблицу
4. По результатам моделирования сделать вывод о наилучшей стратегии обслуживания автомобилей;
5. Изменив модели, определить оптимальное число пропускных пунктов (от 1 до 4) для каждой стратегии при условии, что:
 - 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

Теоретическое введение

Для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пропускными пунктами, имеем следующую модель: “GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей TEST LE QOther1, QOther2, Obsl_2 ; длина оч. 1 <= длине оч. 2 TEST E QOther1, QOther2, Obsl_1 ; длина оч. 1 = длине оч. 2 TRANSFER 0.5, Obsl_1, Obsl_2 ; длины очередей равны, ; выбираем произв. пункт пропуска ; моделирование работы пункта 1 Obsl_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 Obsl_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 “

Выполнение лабораторной работы

1. Составили модель для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пропускными пунктами (рис. [-@fig:001]).

```
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ;  
TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Obs1_2 ;  
TEST E Q$Other1,Q$Other2,Obs1_1 ;  
  
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  
  
GENERATE 10080 ;  
  
TERMINATE 1 ;  
START 1 ;
```

Рис. 1: Модель для первой стратегии обслуживания

Результат моделирования для первой стратегии обслуживания

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
	10	TERMINATE	2540	0	0
OBSL_2	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
PUNKT2	2537	0.996	3.957	1	5078
PUNKT1	2541	0.997	3.955	1	5079
QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME
OTHER1	393	387	2928	12	187.098
OTHER2	393	388	2925	12	187.114
				AVE. (-0)	RETRY
				646.758	0
				647.479	0

Рис. 2: Результат моделирования для первой стратегии обслуживания

2. Составили модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом;(рис. [-@fig:003]).

```

File Edit Search View Command Window Help
punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ;

QUEUE Other ;
ENTER punkt,1 ;
DEPART Other ;
ADVANCE 4,3 ;
LEAVE punkt,1 ;S
TERMINATE ;

GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;

```

Рис. 3: Модель для второй стратегии обслуживания

Результат моделирования для второй стратегии обслуживания

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.13.1

суббота, мая 24, 2025 19:54:12

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: Результат моделирования для второй стратегии обслуживания

3. Свели полученные статистики моделирования в таблицу (рис. [-@fig:005]).

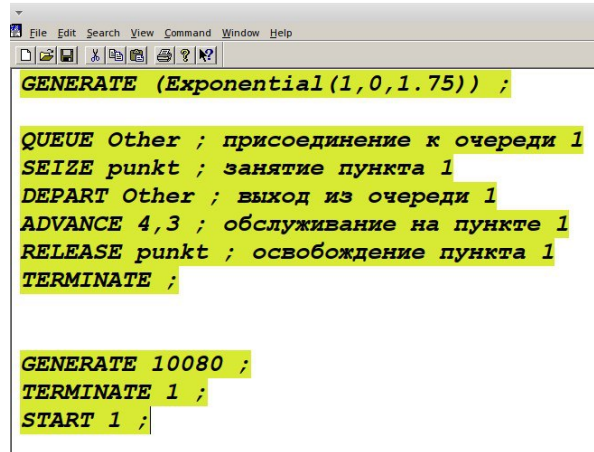
Показатель	стратегия 1			стратегия 2
	пункт 1	пункт 2	В целом	
Поступило автомобилей	2928	2925	5853	6719
Обслужено автомобилей	2540	2536	5076	5049
Коэффициент загрузки	0.997	0.996	0.9965	1
Максимальная длина очереди	393	393	786	668
Средняя длина очереди	187.098	187.114	374.212	344.466
Среднее время ожидания	644.107	644.823	644.465	607.138

Рис. 5: Сравнительная таблица

- По результатам моделирования сделали вывод, что наилучшей стратегией обслуживания автомобилей является “стратегия 2”.
- Изменив модели, определили оптимальное число пропускных пунктов (от 1 до 4):

Для первой стратегии - 4 Для второй стратегии - 3 и 4

- Составили модель для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются одним пропускным пунктом



```

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 ;

GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;

```

Рис. 6: Модель для первой стратегии обслуживания с одним пропускным пунктом

Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с одним пропускным пунктом

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.17.1									
суббота, мая 24, 2025 20:10:05									
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. 7: Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с одним пропускным пунктом

- Составили модель для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются тремя пропускными пунктами

```

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

TRANSFER 0.33,go,Obs1_3;
go 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

GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования

```

Рис. 8: Модель для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
GO OBSL_1	1	GENERATE	5547	0	0
	2	TRANSFER	5547	0	0
	3	TRANSFER	3682	0	0
	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
OBSL_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
OBSL_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

Рис. 9: Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

- Составили модель для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются четырьмя пропускными пунктами

```

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 ;

; моделирование работы пункта 1
Obsl_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
Obsl_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
Obsl_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
Obsl_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

```

Рис. 10: Модель для первой стратегии обслуживания с четырьмя пропускными пунктами

Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
A	1	GENERATE	5622	0	0
	2	TRANSFER	5622	0	0
	3	TRANSFER	2831	0	0
B	4	TRANSFER	2791	0	0
OBSL_1	5	QUEUE	1465	0	0
	6	SEIZE	1465	0	0
	7	DEPART	1465	0	0
	8	ADVANCE	1465	1	0
	9	RELEASE	1464	0	0
	10	TERMINATE	1464	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	1378	0	0
	18	SEIZE	1378	0	0
	19	DEPART	1378	0	0
	20	ADVANCE	1378	0	0
	21	RELEASE	1378	0	0
	22	TERMINATE	1378	0	0
OBSL_4	23	QUEUE	1413	0	0
	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	3	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. 11: Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с четырьмя пропускными пунктами

- Составили модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются тремя пропускными пунктами

```

File Edit Search View Command Window Help
[Icons]

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

; моделирование работы пункта 1
QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
ENTER punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход из очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
LEAVE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования

```

Рис. 12: Модель для второй стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.7.1									
суббота, мая 24, 2025 20:59:43									
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
PUNKT	3	0	0	3	5683	1	2.243	0.748	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. 13: Результат моделирования для второй стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

- Составили модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются четырьмя пропускными пунктами

```
File Edit Search View Command Window Help
[Icons]
punkt STORAGE 4 ;
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ;

; моделирование работы пункта 1
QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
ENTER punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход из очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
LEAVE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

GENERATE 10080 ;
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 14: Модель для второй стратегии обслуживания с четырьмя пропускными пунктами

Результат моделирования для первой стратегии обслуживания с тремя пропускными пунктами

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.8.1									
cy56Gora, MAR 24, 2025 21:01:02									
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 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. 15: Результат моделирования для второй стратегии обслуживания с четырьмя пропускными пунктами

Выводы

Определили: - характеристики качества обслуживания автомобилей, в частности, средних длин очередей; среднего времени обслуживания автомобиля; среднего времени пребывания автомобиля на пункте пропуска; - наилучшую стратегию обслуживания автомобилей на пункте пограничного контроля; - оптимальное количество пропускных пунктов.

Список литературы

1. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [Электронный ресурс]. URL: <https://hub.exponenta.ru/post/postanovka-zadachi-optimizatsii-i-chislennye-metody-ee-resheniya356> (дата обращения: 03.01.2023).
2. Применение многомерной математической модели для решения задачи оптимизации стратегии технического обслуживания сложных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/primenenie-mnogomernoy-matematicheskoy-modeli-dlya-resheniya-zadachi-optimizacii-strategii-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-slozhnih-3534388.html> (дата обращения: 03.01.2023).
3. Бикритериальные задачи оптимизации обслуживания линейно-рассредоточенной группировки стационарных объектов [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bikriterialnye-zadachi-optimizatsii-obsluzhivaniya-lineyno-rassredotochennoy-gruppirovki-statsionarnyh-obektov> (дата обращения: 03.01.2023).
4. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. 4-е изд. СПб.: Питер, 2015. 1120 с. (Классика Computer Science).
5. Robbins A. Bash Pocket Reference. O'Reilly Media, 2016. 156 p.