

Отчёт по лабораторной работе №16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Надежда Александровна Рогожина

Содержание

1	Задание	5
2	Выполнение лабораторной работы	6
2.1	Первая стратегия	6
2.2	Вторая стратегия	8
2.3	Подведение итогов	10
2.4	Определение оптимального числа	10
3	Выводы	16
	Список литературы	17

Список иллюстраций

2.1	Код	6
2.2	Отчет	7
2.3	Код	8
2.4	Отчет	9
2.5	1 стратегия, 3 КПП, код	10
2.6	1 стратегия, 3 КПП, код	11
2.7	1 стратегия, 3 КПП, отчет	12
2.8	2 стратегия, 3 КПП, код	13
2.9	2 стратегия, 3 КПП, отчет	13
2.10	2 стратегия, 4 КПП, код	14
2.11	2 стратегия, 4 КПП, отчет	14

Список таблиц

1 Задание

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. [1]

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Первая стратегия

Первоначально, была реализована первая стратегия. В данном случае, для обслуживания автомобилей на пунктах необходимо было реализовать равномерное распределение на интервале $[a, b]$. В коде это было сделано через стандартное значение оператора ADVANCE (где указывается распределение, только если оно не равномерное). Но это можно было сделать в явном виде - ADVANCE (Uniform(1,1,7))[2]. (рис. 2.1, рис. 2.2).

```
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей
TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Obsl_2 ; длина оч. 1<= длине оч. 2
TEST E Q$Other1,Q$Other2,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
```

Рис. 2.1: Код

Sunday, May 11, 2025 22:54:42

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
	1	GENERATE	5853	0	0
	2	TEST	5853	0	0
	3	TEST	4162	0	0
	4	TRANSFER	2431	0	0
OBSL_1	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	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

Рис. 2.2: Отчет

Здесь мы видим что у нас было пройдено 18 блоков, было 2 обслуживающих прибора. Всего на КПП приехало 5853 автомобилей, в 1 очередь попали 2928 автомобилей (387 из них находилось в там на момент окончания моделирования), во 2 - 2925 (там находились 387 автомобилей на момент окончания моделирования). Также по одному автомобилю находилось на проверке в каждом КПП. У каждого КПП утилизация около 99%, в среднем в каждом - находились около 4 минут, первый КПП проверил 2540 машин, второй - 2536.

Также, показатели очереди:

- Первая очередь:
 - Максимально было 393 машины
 - На момент окончания - 387 заявок

- Среднее количество машин в очереди: 187.098 (≈ 187)
- Среднее время нахождения в очереди: 644.107 минут (≈ 10.7 часов)
- Вторая очередь:
 - Максимально было 393 машины
 - На момент окончания - 388 заявок
 - Среднее количество машин в очереди: 187.114 (≈ 187)
 - Среднее время нахождения в очереди: 644.823 минут (≈ 10.7 часов)

2.2 Вторая стратегия

Далее, была построена вторая модель (рис. 2.3, согласно описанию второй стратегии) и получен отчет (рис. 2.4):

```
punkt1 STORAGE 2 ; 2 пункта

GENERATE (Exponential(1,0,1.75))
QUEUE other1 ; вход в очередь
ENTER punkt1 ; получение пункта
DEPART other1 ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание
LEAVE punkt1 ; освобождение пункта
TERMINATE ; покидаем КПП

; 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. 2.3: Код

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.1.1									
Sunday, May 11, 2025 23:04:49									
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES		STORAGES		
0.000		10080.000		9	0		1		
NAME				VALUE					
OTHER1				10001.000					
PUNKT1				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	
OTHER1	668	668	5719	4	344.466	607.138	607.562	0	
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY DELAY
PUNKT1	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. 2.4: Отчет

Здесь мы видим что у нас было пройдено 9 блоков, был 1 накопитель. Всего на КПП приехало 5719 автомобилей, 668 из них были в очереди на момент окончания моделирования. Также два автомобиля находилось на проверке. Уже было проверено - 5049 автомобилей. Утилизация нашего КПП - 100% (т.к. нет возможности простоя).

Также, показатели очереди:

- Очередь:
 - Максимально было 668 машины
 - На момент окончания - 668 заявок
 - Среднее количество машин в очереди: 344.466 (≈ 345)
 - Среднее время нахождения в очереди: 607.138 минут (≈ 10.1 часов)

2.3 Подведение итогов

После получения обоих отчетов, была составлена таблица (рис. 2.5) сравнительной оценки моделей:

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

TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Minim_23; длина оч. 1 <= длины оч. 2 -> переходим в следующий тест, если нет - в тест 2|3

TEST LE Q$Other1,Q$Other3,Minim_23; длина оч. 1 <= длине оч. 3 -> переходим в Obs1_2, если нет - в тест 2|3

TEST E Q$Other1,Q$Other3,Obs1_1; длина оч. 1 = длине оч. 2
TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_3 ; переходим равновероятно

; 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

Minim_23 TEST LE Q$Other2,Q$Other3,Obs1_3 ; длина оч. 2 <= длине оч. 3
TEST E Q$Other2,Q$Other3,Obs1_2 ; длина оч. 2 = длине оч. 3
TRANSFER 0.5,Obs1_2,Obs1_3

; 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 ; 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. 2.5: 1 стратегия, 3 КПП, код

2.4 Определение оптимального числа

Далее, определим, сколько пропускных пунктов для каждой из стратегий необходимо для выполнения следующих условий (рис. 2.6, рис. 2.7, рис. 2.8, рис. 2.9, рис. 2.10, рис. 2.11): - коэффициент загрузки КПП 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.

```

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

TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Minim_23; длина оч. 1 <= длины оч. 2 -> переходим в следующий тест, если нет - в тест 2|3

TEST LE Q$Other1,Q$Other3,Minim_23; длина оч. 1 <= длине оч. 3 -> переходим в Obs1_2, если нет - в тест 2|3

TEST E Q$Other1,Q$Other3,Obs1_1; длина оч. 1 = длине оч. 2
TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_3 ; переходим равновероятно

; 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

Minim_23 TEST LE Q$Other2,Q$Other3,Obs1_3 ; длина оч. 2 <= длине оч. 3
TEST E Q$Other2,Q$Other3,Obs1_2 ; длина оч. 2 = длине оч. 3
TRANSFER 0.5,Obs1_2,Obs1_3

; 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 ; 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. 2.6: 1 стратегия, 3 КПП, код

NAME		VALUE
MINIM_23		12.000
OBSL_1		6.000
OBSL_2		15.000
OBSL_3		21.000
OTHER1		10000.000
OTHER2		10001.000
OTHER3		10002.000
PUNKT1		10004.000
PUNKT2		10005.000
PUNKT3		10003.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
OBSL_1	1	GENERATE	5683	0	0
	2	TEST	5683	0	0
	3	TEST	3672	0	0
	4	TEST	3338	0	0
	5	TRANSFER	2276	0	0
	6	QUEUE	2172	1	0
	7	SEIZE	2171	0	0
	8	DEPART	2171	0	0
	9	ADVANCE	2171	1	0
	10	RELEASE	2170	0	0
MINIM_23	11	TERMINATE	2170	0	0
	12	TEST	2345	0	0
	13	TEST	1964	0	0
	14	TRANSFER	1081	0	0
OBSL_2	15	QUEUE	1407	0	0
	16	SEIZE	1407	0	0
	17	DEPART	1407	0	0
	18	ADVANCE	1407	0	0
	19	RELEASE	1407	0	0
OBSL_3	20	TERMINATE	1407	0	0
	21	QUEUE	2104	0	0
	22	SEIZE	2104	0	0
	23	DEPART	2104	0	0
	24	ADVANCE	2104	0	0
	25	RELEASE	2104	0	0
	26	TERMINATE	2104	0	0
	27	GENERATE	1	0	0
	28	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT3	2104	0.833	3.991	1	0	0	0	0	0
PUNKT1	2171	0.862	4.004	1	5683	0	0	0	1
PUNKT2	1407	0.571	4.090	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
OTHER1	5	1	2172	477	0.702	3.258	4.175	0
OTHER2	4	0	1407	473	0.393	2.818	4.244	0
OTHER3	5	0	2104	536	0.635	3.041	4.080	0

Рис. 2.7: 1 стратегия, 3 КПП, отчет

```

punkt1 STORAGE 3 ; 3 пункта

GENERATE (Exponential(1,0,1.75))
QUEUE other1 ; вход в очередь
ENTER punkt1,1 ; получение пункта
DEPART other1 ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание
LEAVE punkt1,1 ; освобождение пункта
TERMINATE ; покидаем КПП

; 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. 2.8: 2 стратегия, 3 КПП, код

GPSS World Simulation Report - 2_str_3.3.1

Monday, May 12, 2025 00:25:16

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	10080.000	9	0	1

NAME	VALUE
OTHER1	10001.000
PUNKT1	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
OTHER1	12	0	5683	2521	1.063	1.885	3.388 0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
PUNKT1	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. 2.9: 2 стратегия, 3 КПП, отчет

```

punkt STORAGE 4 ; 4 пункта

GENERATE (Exponential(1,0,1.75))
QUEUE other1 ; вход в очередь
ENTER punkt,1 ; получение пункта
DEPART other1 ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание
LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта
TERMINATE ; покидаем КПП

; 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. 2.10: 2 стратегия, 4 КПП, код

```

GPSS World Simulation Report - 2_str_3.6.1

Monday, May 12, 2025 00:27:01

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           10080.000    9        0           1

NAME            VALUE
OTHER1          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
OTHER1          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. 2.11: 2 стратегия, 4 КПП, отчет

По итогам моделирования - было определено, что оптимальное число для

первой стратегии - 3 КПП, для второй подходят и 3, и 4 КПП.

3 Выводы

В ходе работы мы построили 2 стратегии обслуживания автомобилей на КПП (с n очередями и 1 КПП на каждую очередь, и с 1 очередью и n КПП), а также определили оптимальное количество пропускных пунктов для каждой из стратегий.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Моделирование информационных процессов. Москва: Российский университет дружбы народов, Издательство, 2014. 191 с.
2. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. ДМК Издательство, 2004. 320 с.