

# Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания.

Лабораторная работа №16.

---

Рогожина Н.А.

12 мая 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Рогожина Надежда Александровна
- студентка 3 курса НФИбд-02-22
- Российский университет дружбы народов
- <https://mikogreen.github.io/>

## Задание

---

На пограничном контрольно-пропускном пункте транспорта имеются 2 пункта пропуска. Интервалы времени между поступлением автомобилей имеют экспоненциальное распределение со средним значением  $\mu$ . 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.

## Выполнение лабораторной работы

---

```
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. 1: Код



```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.1.1

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              2    GENERATE    5853         0             0
2              2    TEST       5853         0             0
3              3    TEST      4162         0             0
4              4    TRANSFER   2431         0             0
OBSL_1         5    QUEUE     2928        387            0
6              6    SEIZE     2541         0             0
7              7    DEPART    2541         0             0
8              8    ADVANCE   2541         1             0
9              9    RELEASE   2540         0             0
10             10   TERMINATE  2540         0             0
OBSL_2        11    QUEUE     2925        388            0
12             12   SEIZE     2537         0             0
13             13   DEPART    2537         0             0
14             14   ADVANCE   2537         1             0
15             15   RELEASE   2536         0             0
16             16   TERMINATE  2536         0             0
17             17   GENERATE    1             0             0
18             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: Отчет

```
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. 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. 4: Отчет

Показатель	Стратегия 1			Стратегия 2
	Пункт 1	Пункт 2	В целом	
Поступило автомобилей	2928	2925	5853	5719
Обслужено автомобилей	2540	2536	5076 (86%)	5049 (88%)
Коэффициент загрузки	0.996	0.997	0.9965	1.00
Максимальная длина очереди	393	393	786	668
Средняя длина очереди	187	187	374	345
Среднее время ожидания	644	644	1288	607

Рис. 5: Сравнение моделей

Далее, определим, сколько пропускных пунктов для каждой из стратегий необходимо для выполнения следующих условий: - 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.

# Определение оптимального числа

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

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 <= длины оч. 3 -> переходим в Obs1_2, если нет - в тест 2|3

TEST E q$other1,q$other3,Obs1_1; длина оч. 1 = длины оч. 2
TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_3 ; переходим равновероятно

; моделирование работы пункта 1
Obs1_1 QUEUE Other1 ; присвоение 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 <= длины оч. 3
TEST E q$other2,q$other3,Obs1_2 ; длина оч. 2 = длины оч. 3
TRANSFER 0.5,Obs1_2,Obs1_3

; моделирование работы пункта 2
Obs1_2 QUEUE Other2 ; присвоение 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 ; присвоение 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 трафика,
; указываемого на окончании рабочей недели
; (7 дней x 24 часа x 60 мин = 10080 мин)

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

Рис. 6: 1 стратегия, 3 КПП, код

# Определение оптимального числа

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
FUNCT1	10004.000
FUNCT2	10005.000
FUNCT3	10003.000

  

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
OBSL_1	1	GENERATE	5693	0	0	
	2	TEST	5693	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	
	20	TERMINATE	1407	0	0	
OBSL_3	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
FUNCT3	2104	0.893	3.991	1	0	0	0	0	0
FUNCT1	2171	0.562	4.004	1	5693	0	0	0	1
FUNCT2	1407	0.571	4.090	1	0	0	0	0	0

  

QUEUE	MAX	COUNT	ENTRY	ENTRY(S)	AVE.COUNT	AVE.TIME	AVE.(-S)	RETRY
OTHER1	5	1	2172	477	0.702	3.258	4.175	0
OTHER2	6	0	1407	473	0.393	2.015	4.244	0
OTHER3	5	0	2104	536	0.695	3.041	4.080	0

Рис. 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. 8: 2 стратегия, 3 КПП, код



# Определение оптимального числа

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. 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. 10: 2 стратегия, 4 КПП, код

# Определение оптимального числа

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. 11: 2 стратегия, 4 КПП, отчет

## 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.