

Лабораторная работа №16

Имитационное моделирование

Волгин Иван Алексеевич

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
4	Выводы	16

Список иллюстраций

3.1	Код. Две очереди, первая стратегия	8
3.2	Отчет. Две очереди, первая стратегия	9
3.3	Код. Две очереди, вторая стратегия	10
3.4	Отчет. Две очереди, вторая стратегия	10
3.5	Код. Подбор кол-ва КПП, первая стратегия	12
3.6	Отчет. Подбор кол-ва КПП, первая стратегия	13
3.7	Код. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 3 КПП	14
3.8	Отчет. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 3 КПП	14
3.9	Код. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 4 КПП	15
3.10	Отчет. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 4 КПП	15

Список таблиц

3.1 Сравнение стратегий	11
-----------------------------------	----

1 Цель работы

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

2 Задание

1. Реализовать с помощью gpss модель с двумя очередями
2. Реализовать с помощью gpss модель с одной очередью.
3. Реализовать с помощью gpss другие модели и определить оптимальное количество очередей.

3 Выполнение лабораторной работы

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.

Сначала я реализовал модель с двумя очередями и первой стратегией (рис. 3.1). Получил такой результат (рис. 3.2)

```

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. 3.1: Код. Две очереди, первая стратегия

GPSS World Simulation Report - - Untitled Model 1.1.1									
суббота, мая 24, 2025 21:39:30									
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	

Рис. 3.2: Отчет. Две очереди, первая стратегия

Далее нужно было реализовать модель также с двумя очередями, но по второй стратегии. Я написал данный код (рис. 3.3) и, скомпилировав его, получил следующий отчет (рис. 3.4)

```

punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ;
ENTER punkt,1 ;
DEPART Other ;
ADVANCE 4,3 ;
LEAVE punkt,1 ;
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. 3.3: Код. Две очереди, вторая стратегия

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1									
суббота, мая 24, 2025 21:43:38									
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.
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. 3.4: Отчет. Две очереди, вторая стратегия

Теперь составляю сравнительную таблицу.

Таблица 3.1: 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

Сравнив результаты моделирования двух систем, можно сделать вывод о том, что первая модель позволяет обслужить большее число автомобилей. Однако мы видим, что разница между обслуженными и поступившими автомобилями меньше для второй модели – значит, продуктивность работы выше. Также для второй модели коэффициент загрузки равен 1 – значит ни один из пунктов не простаивает.

Далее нужно было подобрать оптимальное количество пропускных пунктов (1-4) для каждой стратегии.

Чтобы проверить первую стратегию я написал такой код (рис. 3.5) и получил следующие результаты (рис. 3.6)

```

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

TRANSFER 0.5,a,b

a      TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2
b      TRANSFER 0.5,Obs1_3,Obs1_4

; Моделирование работы пункта 1
Obs1_1 QUEUE Other1
      SEIZE punkt1
      DEPART Other1
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt1
      TERMINATE

; Моделирование работы пункта 2
Obs1_2 QUEUE Other2
      SEIZE punkt2
      DEPART Other2
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt2
      TERMINATE

; Моделирование работы пункта 3
Obs1_3 QUEUE Other3
      SEIZE punkt3
      DEPART Other3
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt3
      TERMINATE

; Моделирование работы пункта 4
Obs1_4 QUEUE Other4
      SEIZE punkt4
      DEPART Other4
      ADVANCE 4,3
      RELEASE punkt4
      TERMINATE

; Задание условий 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. 3.5: Код. Подбор кол-ва КПП, первая стратегия

суббота, мая 24, 2025 21:55:02

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	10080.000	30	4	0

NAME	VALUE
A	3.000
B	4.000
OBSL_1	5.000
OBSL_2	11.000
OBSL_3	17.000
OBSL_4	23.000
OTHER1	10006.000
OTHER2	10004.000
OTHER3	10002.000
OTHER4	10000.000
PUNKT1	10007.000
PUNKT2	10005.000
PUNKT3	10003.000
PUNKT4	10001.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	5622	0	0	
	2	TRANSFER	5622	0	0	
A	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	
OBSL_2	10	TERMINATE	1464	0	0	
	11	QUEUE	1366	0	0	
	12	SEIZE	1366	0	0	
	13	DEPART	1366	0	0	
	14	ADVANCE	1366	0	0	
OBSL_3	15	RELEASE	1366	0	0	
	16	TERMINATE	1366	0	0	
	17	QUEUE	1378	0	0	
	18	SEIZE	1378	0	0	
	19	DEPART	1378	0	0	
OBSL_4	20	ADVANCE	1378	0	0	
	21	RELEASE	1378	0	0	
	22	TERMINATE	1378	0	0	
	23	QUEUE	1413	0	0	
	24	SEIZE	1413	0	0	
	25	DEPART	1413	0	0	

Рис. 3.6: Отчет. Подбор кол-ва КПП, первая стратегия

После эксперимента, выяснилось, что для первой стратегии оптимальное количество КПП - 4.

Далее я перешел к подбору кол-ва КПП для второй стратегии. Вариант с одним КПП оказался плохим. Вариант с двумя КПП был проверен еще в начале работы. Так что переходим к варианту с тремя КПП. Для этого я написал такой код (рис. 3.7) и получил следующий отчет (рис. 3.8)

```

punkt STORAGE 3 ; прибытие автомобилей

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

; задание условий 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. 3.7: Код. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 3 КПП

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1

суббота, мая 24, 2025 21:58:23

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	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. 3.8: Отчет. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 3 КПП

Далее нужно проверить тоже самое, но с четырьмя пропускными пунктами. Я реализовал модель (рис. 3.9) и получил такой отчет (рис. 3.10)

```

punkt STORAGE 4 ; прибытие автомобилей

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

; задание условий 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. 3.9: Код. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 4 КПП

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.3.1									
суббота, мая 24, 2025 21:59:37									
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. 3.10: Отчет. Подбор кол-ва КПП, вторая стратегия, 4 КПП

В итоге стало ясно, что для второй стратегии оптимальным решением является 3 КПП

4 Выводы

В ходе этой лабораторной работы я релизовал с помощью grps модель двух стратегий обслуживания и оценил оптимальные параметры.