

Отчёт по лабораторной работе №16

Имитационное моделирование

Ганина Таисия Сергеевна, НФИбд-01-22

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	9
4.1	Постановка задачи	9
4.2	Модель для второй стратегии обслуживания	11
4.3	Оптимизация модели двух стратегий обслуживания	14
5	Выводы	26
	Список литературы	27

Список иллюстраций

4.1	Модель первой стратегии обслуживания (2 пункта)	10
4.2	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (2 пункта)	11
4.3	Модель второй стратегии обслуживания (2 пункта)	12
4.4	Отчёт по модели второй стратегии обслуживания (2 пункта)	13
4.5	Модель с одним пропускным пунктом (обе стратегии)	15
4.6	Отчёт по модели с одним пропускным пунктом (обе стратегии)	16
4.7	Модель первой стратегии обслуживания (3 пункта)	17
4.8	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (3 пункта)	18
4.9	Модель второй стратегии обслуживания (3 пункта)	19
4.10	Отчёт по модели второй стратегии обслуживания (3 пункта)	20
4.11	Модель первой стратегии обслуживания (4 пункта)	21
4.12	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (4 пункта)	22
4.13	Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (4 пункта)	23
4.14	Модель второй стратегии обслуживания (4 пункта)	24
4.15	Отчёт по модели второй стратегии обслуживания (4 пункта)	25

Список таблиц

4.1 Сравнение стратегий	13
-----------------------------------	----

1 Цель работы

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

2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

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

3 Теоретическое введение

GPSS (General Purpose Simulation System) — это один из первых специализированных языков программирования для имитационного моделирования, созданный в 1961 году американским инженером Джефффри Гордоном в корпорации IBM. Первоначально язык разрабатывался для нужд моделирования сложных логистических и производственных процессов в промышленных и военных системах, где требовался учёт случайных событий и взаимодействия большого количества объектов во времени.

GPSS стал знаковым инструментом в истории моделирования: он заложил основы событийного подхода и ввёл понятие транзакта как активного объекта, перемещающегося по блокам логики системы. Эти концепции впоследствии легли в основу многих других языков и программных сред моделирования. Благодаря модульной структуре и простой записи моделей, GPSS получил широкое распространение в университетах и научных учреждениях как средство обучения и анализа дискретных систем.

Практическое применение GPSS охватывает широкий спектр задач:

- Организация работы производственных цехов: моделирование потока деталей между станками, учёт времени обработки, простоев и загрузки оборудования;
- Системы массового обслуживания: моделирование очередей в банках, поликлиниках, аэропортах с целью оценки времени ожидания и необходимости в дополнительном персонале;

- Логистика и склады: моделирование перемещения товаров между зонами хранения, погрузки и разгрузки, анализ загрузки транспортных средств;
- Транспорт: моделирование движения автобусов, поездов, планирование расписаний с учётом времени на посадку и высадку пассажиров;
- Военные приложения: планирование операций снабжения, имитация действий в сложных логистических цепочках.

Одним из достоинств GPSS является то, что язык допускает использование случайных величин (например, времени обслуживания или интервалов между заявками), что позволяет создавать реалистичные модели, приближенные к поведению реальных систем. Также GPSS даёт возможность легко собирать статистику по ключевым метрикам: времени пребывания объектов в системе, загрузке ресурсов, количеству отказов и пр.

Несмотря на то, что с момента своего создания прошло более шестидесяти лет, GPSS продолжает использоваться как в учебных целях, так и в инженерной практике благодаря своей простоте, наглядности и эффективности в решении прикладных задач, связанных с анализом и оптимизацией дискретных процессов.

[1,2].

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 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.

Для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пропускными пунктами, имеем следующую модель (рис. 4.1).

```
table1.qps
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. 4.1: Модель первой стратегии обслуживания (2 пункта)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.2).

GPSS World Simulation Report - lab16_1.1.1									
суббота, мая 03, 2025 18:08:27									
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	0			
	2	TEST	5853	0	0	0			
	3	TEST	4162	0	0	0			
	4	TRANSFER	2431	0	0	0			
	5	QUEUE	2928	387	0	0			
	6	SEIZE	2541	0	0	0			
	7	DEPART	2541	0	0	0			
	8	ADVANCE	2541	1	0	0			
	9	RELEASE	2540	0	0	0			
	10	TERMINATE	2540	0	0	0			
OBSL_2	11	QUEUE	2925	388	0	0			
	12	SEIZE	2537	0	0	0			
	13	DEPART	2537	0	0	0			
	14	ADVANCE	2537	1	0	0			
	15	RELEASE	2536	0	0	0			
	16	TERMINATE	2536	0	0	0			
	17	GENERATE	1	0	0	0			
	18	TERMINATE	1	0	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		
5855	0	10081.102	5855	0	1				
5079	0	10083.517	5079	8	9				
5078	0	10083.808	5078	14	15				
5856	0	20160.000	5856	0	17				

Рис. 4.2: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (2 пункта)

4.2 Модель для второй стратегии обслуживания

Составим модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом. Теперь мы используем многоканальное устройство (рис. 4.3).

```

lab16_2.gps
punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

; моделирование работы пункта
QUEUE Other ; присоединение к очереди
ENTER punkt,1 ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта
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. 4.3: Модель второй стратегии обслуживания (2 пункта)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.4).

lab16_2.2.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - lab16_2.2.1

суббота, мая 03, 2025 18:18:14

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. 4.4: Отчёт по модели второй стратегии обслуживания (2 пункта)

Сведём полученные статистики моделирования в таблицу (табл. [4.1]).

Таблица 4.1: 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

Показатель	стратегия 1		стратегия 2	
Среднее время ожидания	644,107	644,823	644,465	607,138

По сравнению видно, что в первой стратегии через два пункта прошло больше автомобилей (5853), из них было обслужено 5076, то есть 777 машин не были приняты (примерно 13%). Во второй стратегии поступило 5719 автомобилей, обслужили 5049, и потери составили 670 машин (около 12%).

Несмотря на большее количество обслуженных машин в первой стратегии, во второй процент потерь меньше. Также во второй стратегии коэффициент загрузки равен 1, что означает отсутствие простоев. Максимальная и средняя длина очереди, а также среднее время ожидания во второй стратегии тоже ниже. Это говорит о более равномерной и устойчивой работе. В целом, вторая стратегия показала себя лучше с точки зрения эффективности и организации процесса.

4.3 Оптимизация модели двух стратегий обслуживания

Теперь нужно поменять модели так, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов (от 1 до 4). Условия:

- 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.

Если у нас 1 пункт, то модель будет выглядеть одинаково (рис. 4.5).

```

lab16_oneKPP.gps
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

; моделирование работы пункта
QUEUE Other ; присоединение к очереди
SEIZE punkt ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
RELEASE punkt ; освобождение пункта
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. 4.5: Модель с одним пропускным пунктом (обе стратегии)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.6).

lab16_oneKPP.1.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - lab16_oneKPP.1.1

суббота, мая 03, 2025 18:41:28

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. 4.6: Отчёт по модели с одним пропускным пунктом (обе стратегии)

Здесь легко заметить, что условия не выполняются. Слишком большое время ожидания, коэффициент загрузки равен 1, среднее число автомобилей велико.

Так как модели с 2 пропускными пунктами у нас уже реализованы, и под условия также не подходят, перейдём к 3 и 4 пунктам.

Далее попробуем смоделировать три КПП для первой стратегии (рис. 4.7).


```

lab16_1.gps
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

TRANSFER 0.33,variant,Obsl_3;
variant TRANSFER 0.5,Obsl_1,Obsl_2

; 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

; 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. 4.7: Модель первой стратегии обслуживания (3 пункта)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.8).

GPSS World Simulation Report - lab16 1.5.1										
суббота, мая 03, 2025 18:58:21										
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES		STORAGES			
0.000		10080.000		23	3		0			
NAME				VALUE						
OBSL_1				4.000						
OBSL_2				10.000						
OBSL_3				16.000						
OTHER1				10004.000						
OTHER2				10000.000						
OTHER3				10002.000						
PUNKT1				10005.000						
PUNKT2				10001.000						
PUNKT3				10003.000						
VARIANT				3.000						
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY			
VARIANT OBSL_1	1	GENERATE	5547	0	0	0				
	2	TRANSFER	5547	0	0	0				
	3	TRANSFER	3682	0	0	0				
	4	QUEUE	1853	1	0	0				
	5	SEIZE	1852	0	0	0				
	6	DEPART	1852	0	0	0				
	7	ADVANCE	1852	1	0	0				
	8	RELEASE	1851	0	0	0				
	9	TERMINATE	1851	0	0	0				
OBSL_2	10	QUEUE	1829	0	0	0				
	11	SEIZE	1829	0	0	0				
	12	DEPART	1829	0	0	0				
	13	ADVANCE	1829	0	0	0				
	14	RELEASE	1829	0	0	0				
OBSL_3	15	TERMINATE	1829	0	0	0				
	16	QUEUE	1865	3	0	0				
	17	SEIZE	1862	0	0	0				
	18	DEPART	1862	0	0	0				
	19	ADVANCE	1862	1	0	0				
	20	RELEASE	1861	0	0	0				
	21	TERMINATE	1861	0	0	0				
	22	GENERATE	1	0	0	0				
	23	TERMINATE	1	0	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	0	3
PUNKT1	1852	0.727	3.957	1	5546	0	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		
FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
5549	0		10081.799	5549	0	1				
5534	0		10082.440	5534	19	20				
5546	0		10085.099	5546	7	8				
5550	0		20160.000	5550	0	22				

Рис. 4.8: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (3 пункта)

В этом случае среднее количество автомобилей в очереди меньше 3 и коэффициент загрузки в нужном диапазоне, но среднее время ожидания больше 4.

А вот для второй стратегии три КПП – оптимальное количество (рис. 4.9).

```
lab16_2.gps
punkt STORAGE 3
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

; моделирование работы пункта
QUEUE Other ; присоединение к очереди
ENTER punkt,1 ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта
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. 4.9: Модель второй стратегии обслуживания (3 пункта)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.10).

GPSS World Simulation Report - lab16_2.4.1									
суббота, мая 03, 2025 19:03:33									
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. 4.10: Отчёт по модели второй стратегии обслуживания (3 пункта)

В этом случае все критерии выполняются.

И перейдём к четырём пропускным пунктам. Для первой стратегии получим:(рис. 4.11)

```

lab16_1.gps
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

TRANSFER 0.5,one,two;
one TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2
two TRANSFER 0.5,Obs1_3,Obs1_4

; 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

; моделирование работы пункта 4
Obs1_4 QUEUE Other4 ; присоединение к очереди 4
SEIZE punkt4 ; занятие пункта 4
DEPART Other4 ; выход из очереди 3
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 4
RELEASE punkt4 ; освобождение пункта 4
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. 4.11: Модель первой стратегии обслуживания (4 пункта)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.12, 4.13).

GPSS World Simulation Report - lab16_1.5.1										
суббота, мая 03, 2025 19:11:53										
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES		STORAGES			
0.000		10080.000		30	4		0			
NAME				VALUE						
OBSL_1				5.000						
OBSL_2				11.000						
OBSL_3				17.000						
OBSL_4				23.000						
ONE				3.000						
OTHER1				10006.000						
OTHER2				10004.000						
OTHER3				10002.000						
OTHER4				10000.000						
PUNKT1				10007.000						
PUNKT2				10005.000						
PUNKT3				10003.000						
PUNKT4				10001.000						
TWO				4.000						
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY			
ONE	1	GENERATE	5622	0	0	0	0			
	2	TRANSFER	5622	0	0	0	0			
	3	TRANSFER	2831	0	0	0	0			
TWO	4	TRANSFER	2791	0	0	0	0			
OBSL_1	5	QUEUE	1465	0	0	0	0			
	6	SEIZE	1465	0	0	0	0			
	7	DEPART	1465	0	0	0	0			
	8	ADVANCE	1465	1	0	0	0			
	9	RELEASE	1464	0	0	0	0			
	10	TERMINATE	1464	0	0	0	0			
OBSL_2	11	QUEUE	1366	0	0	0	0			
	12	SEIZE	1366	0	0	0	0			
	13	DEPART	1366	0	0	0	0			
	14	ADVANCE	1366	0	0	0	0			
	15	RELEASE	1366	0	0	0	0			
	16	TERMINATE	1366	0	0	0	0			
OBSL_3	17	QUEUE	1378	0	0	0	0			
	18	SEIZE	1378	0	0	0	0			
	19	DEPART	1378	0	0	0	0			
	20	ADVANCE	1378	0	0	0	0			
	21	RELEASE	1378	0	0	0	0			
	22	TERMINATE	1378	0	0	0	0			
OBSL_4	23	QUEUE	1413	0	0	0	0			
	24	SEIZE	1413	0	0	0	0			
	25	DEPART	1413	0	0	0	0			
	26	ADVANCE	1413	1	0	0	0			
	27	RELEASE	1412	0	0	0	0			
	28	TERMINATE	1412	0	0	0	0			
FACILITY	29	GENERATE	1	0	0	0	0			
	30	TERMINATE	1	0	0	0	0			
PUNKT4	ENTRIES	UTIL.	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
	1413	0.557	3.971	1	5623	0	0	0	0	0
PUNKT3	1378	0.545	3.989	1	0	0	0	0	0	0

For Help, press F1

Report is Complete.

For Help, press F1 Report is Complete.

Рис. 4.12: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (4 пункта)

TWO		4.000							
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY		
ONE TWO OBSL_1	1	GENERATE	5622	0	0	0	0		
	2	TRANSFER	5622	0	0	0	0		
	3	TRANSFER	2831	0	0	0	0		
	4	TRANSFER	2791	0	0	0	0		
OBSL_2	5	QUEUE	1465	0	0	0	0		
	6	SEIZE	1465	0	0	0	0		
	7	DEPART	1465	0	0	0	0		
	8	ADVANCE	1465	1	0	0	0		
OBSL_3	9	RELEASE	1464	0	0	0	0		
	10	TERMINATE	1464	0	0	0	0		
	11	QUEUE	1366	0	0	0	0		
	12	SEIZE	1366	0	0	0	0		
OBSL_4	13	DEPART	1366	0	0	0	0		
	14	ADVANCE	1366	0	0	0	0		
	15	RELEASE	1366	0	0	0	0		
	16	TERMINATE	1366	0	0	0	0		
OBSL_4	17	QUEUE	1378	0	0	0	0		
	18	SEIZE	1378	0	0	0	0		
	19	DEPART	1378	0	0	0	0		
	20	ADVANCE	1378	0	0	0	0		
OBSL_4	21	RELEASE	1378	0	0	0	0		
	22	TERMINATE	1378	0	0	0	0		
	23	QUEUE	1413	0	0	0	0		
	24	SEIZE	1413	0	0	0	0		
OBSL_4	25	DEPART	1413	0	0	0	0		
	26	ADVANCE	1413	1	0	0	0		
	27	RELEASE	1412	0	0	0	0		
	28	TERMINATE	1412	0	0	0	0		
FACILITY	29	GENERATE	1	0	0	0	0		
	30	TERMINATE	1	0	0	0	0		
	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
	1413	0.557	3.971	1	5623	0	0	0	0
PUNKT4	1378	0.545	3.989	1	0	0	0	0	0
PUNKT3	1366	0.541	3.993	1	0	0	0	0	0
PUNKT2	1465	0.584	4.018	1	5621	0	0	0	0
PUNKT1									
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	8	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	
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
5624	0	10080.041	5624	0	1				
5621	0	10080.398	5621	8	9				
5623	0	10082.255	5623	26	27				
5625	0	20160.000	5625	0	29				
For Help, press F1		Report is Complete							

For Help, press F1 Report is Complete.

Рис. 4.13: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания (4 пункта)

Для первой стратегии это количество пропускных пунктов (четыре) является оптимальным, так как выполняются все критерии: среднее количество автомобилей в очереди меньше 3 и коэффициент загрузки в нужном диапазоне, а также среднее время ожидания меньше 4.

И для второй стратегии, хоть мы уже и нашли оптимальное количество КПП, смоделируем работу с 4-мя КПП: (рис. 4.14).

```
lab16_2.gps
punkt STORAGE 4
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

; моделирование работы пункта
QUEUE Other ; присоединение к очереди
ENTER punkt,1 ; занятие пункта
DEPART Other ; выход из очереди
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте
LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта
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. 4.14: Модель второй стратегии обслуживания (4 пункта)

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.15).

lab16_2.5.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - lab16_2.5.1

суббота, мая 03, 2025 19:16:19

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. 4.15: Отчёт по модели второй стратегии обслуживания (4 пункта)

Все условия выполняются, но по отчёту можно сделать вывод, что четвертый пункт не играет значительной роли, и лишь немного разгружает остальные три пункта, что не является необходимым. Можно сделать вывод, что 4 пропускной пункт излишне разгружает систему.

В результате анализа наилучшим количеством пропускных пунктов будет **3 при втором типе обслуживания и 4 при первом.**

5 Выводы

В ходе данной лабораторной работы я реализовала с помощью grps:

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

Список литературы

1. GPSS-WORLD, основы имитационного моделирования на живых примерах [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/192044/>.
2. М. К.Е. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. Москва: ДМК Пресс, 2004. 318 с.