

# **Отчёт по лабораторной работе №15**

**Модели обслуживания с приоритетами**

Астраханцева А. А.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>9</b>
4.1	Модель обслуживания механиков на складе . . . . .	9
4.2	Модель обслуживания в порту судов двух типов . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>19</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>20</b>

## Список иллюстраций

4.1	Модель обслуживания механиков на складе . . . . .	10
4.2	Отчёт по модели обслуживания механиков на складе . . . . .	11
4.3	Модель обслуживания в порту судов двух типов . . . . .	15
4.4	Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов . . . . .	16
4.5	Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов . . . . .	17

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

Реализовать модели обслуживания с приоритетами и провести анализ результатов.

## 2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- Модель обслуживания механиков на складе;
- Модель обслуживания в порту судов двух типов;

### 3 Теоретическое введение

GPSS (General Purpose Simulation System) — это один из первых специализированных языков программирования для имитационного моделирования, созданный в 1961 году американским инженером Джеффри 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 Модель обслуживания механиков на складе

На фабрике на складе работает один кладовщик, который выдает запасные части механикам, обслуживающим станки. Время, необходимое для удовлетворения запроса, зависит от типа запасной части. Запросы бывают двух категорий. Для первой категории интервалы времени прихода механиков  $420 \pm 360$  сек., время обслуживания —  $300 \pm 90$  сек. Для второй категории интервалы времени прихода механиков  $360 \pm 240$  сек., время обслуживания —  $100 \pm 30$  сек.

Порядок обслуживания механиков кладовщиком такой: запросы первой категории обслуживаются только в том случае, когда в очереди нет ни одного запроса второй категории. Внутри одной категории дисциплина обслуживания — «первым пришел – первым обслужился». Необходимо создать модель работы кладовой, моделирование выполнять в течение восьмичасового рабочего дня.

Есть два различных типа заявок, поступающих на обслуживание к одному устройству. Различаются распределения интервалов приходов и времени обслуживания для этих типов заявок. Приоритеты запросов задаются путем использования для операнда E блока GENERATE запросов второй категории большего значения, чем для запросов первой категории.

Таким образом, имеем (рис. 4.1).

```
; type 1  
GENERATE 420,360,,,1  
QUEUE qs1  
SEIZE stockman  
DEPART qs1  
ADVANCE 300,90  
RELEASE stockman  
TERMINATE 0  
; type 2  
GENERATE 360,240,,,2  
QUEUE qs2  
SEIZE stockman  
DEPART qs2  
ADVANCE 100,30  
RELEASE stockman  
TERMINATE 0  
  
;timer  
GENERATE 28800  
TERMINATE 1  
START 1
```

Рис. 4.1: Модель обслуживания механиков на складе

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.2).

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1									
суббота, мая 17, 2025 18:35:35									
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		28800.000		16	1	0			
NAME		VALUE							
QS1		10002.000							
QS2		10000.000							
STOCKMAN		10001.000							
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY		
	1	GENERATE	71			0	0		
	2	QUEUE	71			6	0		
	3	SEIZE	65			0	0		
	4	DEPART	65			0	0		
	5	ADVANCE	65			1	0		
	6	RELEASE	64			0	0		
	7	TERMINATE	64			0	0		
	8	GENERATE	83			0	0		
	9	QUEUE	83			2	0		
	10	SEIZE	81			0	0		
	11	DEPART	81			0	0		
	12	ADVANCE	81			0	0		
	13	RELEASE	81			0	0		
	14	TERMINATE	81			0	0		
	15	GENERATE	1			0	0		
	16	TERMINATE	1			0	0		
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
STOCKMAN	146	0.967	190.733	1	141	0	0	0	8
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY	
QS2	3	2	83	2	0.439	152.399	156.162	0	
QS1	8	6	71	4	2.177	883.029	935.747	0	
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE		
141	1	28815.063	141	5	6				
157	2	29012.031	157	0	8				
155	1	29012.150	155	0	1				
158	0	57600.000	158	0	15				

Рис. 4.2: Отчёт по модели обслуживания механиков на складе

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME=28800.0;
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=16;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=1;

- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования:  $STORAGES=0$ . Имена, используемые в программе модели: QS1, QS2, STOCKMAN.

Далее идёт информация о блоках текущей модели, в частности, ENTRY COUNT – количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования.

Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (кладовщик, который выдает запасные части механикам), откуда видим, что кладовщику попало 141 обращение от механиков (значение поля ENTRIES=146), последнее обращение, которое кладовщик принял в работу - 141 до окончания рабочего времени (значение поля OWNER=141). Полезность работы оператора составила 0, 967. При этом среднее время занятости оператора составило 190, 733 мин.

Далее информация об очереди:

- QUEUE = QS1 – имя объекта типа «очередь»;
- MAX = 3 – в очереди находилось не более одной ожидающей заявки от клиента;
- CONT = 2 – на момент завершения моделирования в очереди было 2 обращения;
- ENTRIES = 83 – общее число обращений, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0) = 2 – число обращений, попавших к кладовщику без ожидания в очереди;
- AVE . CONT = 0, 439 обращений в среднем были в очереди;
- AVE . TIME = 152.399 минут в среднем обращения провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0) = 156.162 минут в среднем обращения провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

- $QUEUE = QS2$  – имя объекта типа «очередь»;
- $MAX = 8$  – в очереди находилось не более одной ожидающей заявки от клиента;
- $CONT = 6$  – на момент завершения моделирования в очереди было 2 обращения;
- $ENTRIES = 71$  – общее число обращений, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- $ENTRIES(0) = 4$  – число обращений, попавших к кладовщику без ожидания в очереди;
- $AVE.CONT = 2,177$  обращений в среднем были в очереди;
- $AVE.TIME = 883,029$  минут в среднем обращения провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- $AVE.(-0) = 935,747$  минут в среднем обращения провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

## 4.2 Модель обслуживания в порту судов двух типов

Морские суда двух типов прибывают в порт, где происходит их разгрузка. В порту есть два буксира, обеспечивающих ввод и вывод кораблей из порта. К первому типу судов относятся корабли малого тоннажа, которые требуют использования одного буксира. Корабли второго типа имеют большие размеры, и для их ввода и вывода из порта требуется два буксира. Из-за различия размеров двух типов кораблей необходимы и причалы различного размера. Кроме того, корабли имеют различное время погрузки/разгрузки. Требуется построить модель системы, в которой можно оценить время ожидания кораблями каждого типа входа в порт.

Время ожидания входа в порт включает время ожидания освобождения причала и буксира. Корабль, ожидающий освобождения причала, не обслуживается буксиром до тех пор, пока не будет предоставлен нужный причал. Корабль второго типа не займёт буксир до тех пор, пока ему не будут доступны оба буксира (рис. 4.3, 4.4, 4.5).

Параметры модели:

- для корабля первого типа:
- интервал прибытия:  $130 \pm 30$  мин;
- время входа в порт:  $30 \pm 7$  мин;
- количество доступных причалов: 6;
- время погрузки/разгрузки:  $12 \pm 2$  час;
- время выхода из порта:  $20 \pm 5$  мин;
- для корабля второго типа:
- интервал прибытия:  $390 \pm 60$  мин;
- время входа в порт:  $45 \pm 12$  мин;
- количество доступных причалов: 3;
- время погрузки/разгрузки:  $18 \pm 4$  час;
- время выхода из порта:  $35 \pm 10$  мин.
- время моделирования: 365 дней по 8 часов.

```

prch1 STORAGE 6 ; 6 причалов для кораблей 1 типа
prch2 STORAGE 3 ; 3 причала для кораблей 2 типа
buks STORAGE 2 ; 2 буксира
; ships of type 1
GENERATE 130,30 ; подход к порту
QUEUE type1
ENTER prch1 ; получение причала
ENTER buks ; получение буксира
DEPART type1 ;
ADVANCE 30,7 ; буксирование до причала
LEAVE buks ; освобождение буксира
ADVANCE 720,120 ; погрузка / разгрузка
ENTER buks ; получение буксира
LEAVE prch1 ; освобождение причала
ADVANCE 20,5 ; буксирование (отчаливание)
LEAVE buks ; освобождение буксира
TERMINATE
; ships of type 2
GENERATE 390,60 ; подход к порту
QUEUE type2
ENTER prch2 ; получение причала
ENTER buks,2 ; получение 2-х буксиров
DEPART type2 ;
ADVANCE 45,12 ; буксирование до причала
LEAVE buks,2 ; освобождение буксиров
ADVANCE 1080,240 ; погрузка / разгрузка
ENTER buks,2 ; получение 2-х буксиров
LEAVE prch2 ; освобождение причала
ADVANCE 35,10 ; буксирование (отчаливание)
LEAVE buks,2 ; освобождение буксира
TERMINATE 0
;timer
GENERATE 480 ; 8 часов рабочего дня
TERMINATE 1
START 365 ; число дней моделирования

```

Рис. 4.3: Модель обслуживания в порту судов двух типов

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.1.1					
суббота, мая 17, 2025 19:01:35					
START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	
0.000	175200.000	28	0	3	
NAME		VALUE			
BUKS		10002.000			
PRCH1		10000.000			
PRCH2		10001.000			
TYPE1		10003.000			
TYPE2		10004.000			
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	1345	0	0
	2	QUEUE	1345	0	0
	3	ENTER	1345	0	0
	4	ENTER	1345	0	0
	5	DEPART	1345	0	0
	6	ADVANCE	1345	1	0
	7	LEAVE	1344	0	0
	8	ADVANCE	1344	5	0
	9	ENTER	1339	0	0
	10	LEAVE	1339	0	0
	11	ADVANCE	1339	0	0
	12	LEAVE	1339	0	0
	13	TERMINATE	1339	0	0
	14	GENERATE	446	0	0
	15	QUEUE	446	2	0
	16	ENTER	444	0	0
	17	ENTER	444	0	0
	18	DEPART	444	0	0
	19	ADVANCE	444	0	0
	20	LEAVE	444	0	0
	21	ADVANCE	444	3	0
	22	ENTER	441	0	0
	23	LEAVE	441	0	0
	24	ADVANCE	441	0	0
	25	LEAVE	441	0	0
	26	TERMINATE	441	0	0
	27	GENERATE	365	0	0

Рис. 4.4: Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов



	6	ADVANCE	1345	1	0
	7	LEAVE	1344	0	0
	8	ADVANCE	1344	5	0
	9	ENTER	1339	0	0
	10	LEAVE	1339	0	0
	11	ADVANCE	1339	0	0
	12	LEAVE	1339	0	0
	13	TERMINATE	1339	0	0
	14	GENERATE	446	0	0
	15	QUEUE	446	2	0
	16	ENTER	444	0	0
	17	ENTER	444	0	0
	18	DEPART	444	0	0
	19	ADVANCE	444	0	0
	20	LEAVE	444	0	0
	21	ADVANCE	444	3	0
	22	ENTER	441	0	0
	23	LEAVE	441	0	0
	24	ADVANCE	441	0	0
	25	LEAVE	441	0	0
	26	TERMINATE	441	0	0
	27	GENERATE	365	0	0
	28	TERMINATE	365	0	0

  

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
TYPE1	4	0	1345	288	0.750	97.724	124.351	0
TYPE2	4	2	446	35	0.897	352.553	382.576	0

  

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
PRCH1	6	0	0	6	1345	1	5.863	0.977	0	0
PRCH2	3	0	0	3	444	1	2.950	0.983	0	2
BUKS	2	1	0	2	4454	1	0.786	0.393	0	0

  

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
2156	0		175219.395	2156	6	7		
2148	0		175278.980	2148	8	9		
2158	0		175292.375	2158	0	1		
2150	0		175395.945	2150	8	9		
2157	0		175526.452	2157	0	14		
2134	0		175540.028	2134	21	22		
2139	0		175669.075	2139	21	22		
2159	0		175680.000	2159	0	27		
2151	0		175700.689	2151	8	9		
2144	0		175798.767	2144	21	22		

Рис. 4.5: Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов

**Задание:** проанализировать отчёт.

Результаты работы модели:

- модельное время в начале моделирования: START TIME=0.0;
- абсолютное время или момент, когда счетчик завершений принял значение 0: END TIME= 175200.0 (365 дней по 3 часов в день);
- количество блоков, использованных в текущей модели, к моменту завершения моделирования: BLOCKS=28;
- количество одноканальных устройств, использованных в модели к моменту завершения моделирования: FACILITIES=0;

- количество многоканальных устройств, использованных в текущей модели к моменту завершения моделирования: `STORAGES=3`. Имена, используемые в программе модели: `BUKS`, `PRCH1`, `PRCH2`, `TYPE1`, `TYPE2`.

Далее идёт информация о блоках текущей модели, в частности, `ENTRY COUNT` – количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования.

Затем идёт информация об многоканальных устройствах `STORAGE`. В данной части отчета можно узнать об емкости многоканальных устройств, минимальных и максимальных количествах используемых устройств (каналов), количество транзактов (в рамках данной задачи – судов), полезность устройств и среднее число используемых каналов.

Далее информация об очереди:

Имеются 2 объекта типа “очередь” - `TYPE1`, `TYPE2`. В данной части отчета расположена информация о максимальном кол-ве транзактов (судов) в очереди каждого типа, среднее время пребывания в очереди, среднее кол-во судов в очереди и т. д.

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях.

## **5 Выводы**

В ходе данной лабораторной работы я реализовала модели обслуживания с приоритетами и провела анализ результатов.

## Список литературы

1. В. К.А., С. К.Д. Руководство к лабораторной работе №14. Моделирование информационных процессов. Модели обслуживания с приоритетами. 2025. С. 4.
2. Сосновиков Г.К., Воробейчиков Л.А. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World. 2023. С. 112.