

Модели обслуживания с приоритетами

Отчёт по лабораторной работе №15

Ибатулина Дарья Эдуардовна

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Теоретическое введение	6
4	Выполнение лабораторной работы	8
4.1	Модель обслуживания механиков на складе	8
4.2	Модель обслуживания в порту судов двух типов	13
5	Выводы	19
	Список литературы	20

Список иллюстраций

4.1	Модель обслуживания механиков с приоритетами	9
4.2	Отчёт по модели обслуживания механиков с приоритетами	10
4.3	Модель обслуживания в порту судов двух типов	14
4.4	Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов (1/2) . .	15
4.5	Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов (2/2) . .	16

1 Цель работы

Реализовать модели обслуживания с приоритетами и провести анализ результатов [1].

2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- Модель обслуживания механиков на складе
- Модель обслуживания в порту судов двух типов [1]

3 Теоретическое введение

Системы массового обслуживания (СМО) с приоритетами представляют собой важный класс моделей, где порядок обработки заявок определяется их приоритетными классами. В GPSS World реализация таких систем требует понимания специфики работы с приоритетами и особенностей имитационного моделирования.

Основные типы приоритетов

1. Относительные приоритеты

Заявки обслуживаются без прерывания текущего процесса, даже если поступают требования с более высоким приоритетом. Очередь формируется по принципу FIFO в рамках каждого приоритетного класса.

2. Абсолютные приоритеты

Обслуживание текущей заявки прерывается при поступлении требования с высшим приоритетом. Прерванная заявка возвращается в очередь и дообслуживается только после обработки всех высокоприоритетных требований. Этот тип используется в системах реального времени и компьютерных прерываниях.

Реализация в GPSS

Приоритет транзактов задаётся через параметр E (пятый параметр) в блоке GENERATE или оператором PRIORITY. По умолчанию используется нулевой приоритет.

Для абсолютных приоритетов применяется блок PREEMPT, однако его использование может приводить к расхождениям с аналитическими расчётами из-за особенностей обработки прерванных транзактов.

Относительные приоритеты реализуются через стандартные механизмы формирования очередей с учётом параметра PRIORITY транзакта.

Ключевые особенности моделирования Стандартные средства GPSS требуют дополнительной настройки для корректного воспроизведения традиционной дисциплины с абсолютными приоритетами.

Приоритетные СМО в GPSS позволяют анализировать:

- Среднее время ожидания для разных классов заявок
- Загрузку каналов обслуживания
- Эффективность распределения ресурсов.

Пример фрагмента модели:

```
GENERATE 10,,1      ; Заявки 1 класса с приоритетом 1
QUEUE 0chered
SEIZE Kanal
DEPART 0chered
ADVANCE 8
RELEASE Kanal
TERMINATE
```

Для абсолютных приоритетов требуется использование дополнительных блоков управления прерываниями и механизмов повторного обслуживания. Это создаёт сложности при согласовании результатов моделирования с теоретическими расчётами, что следует учитывать при анализе данных [2–4].

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 ± 360 сек., время обслуживания – 300 ± 90 сек. Для второй категории интервалы времени прихода механиков 360 ± 240 сек., время обслуживания – 100 ± 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 qsl
SEIZE stockman
DEPART qsl
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 с приоритетами

За приоритеты отвечает пятый аргумент генерации заявок.

После запуска симуляции получаем отчёт (рис. 4.2).

GPSS World Simulation Report - lab15.3.1									
суббота, мая 17, 2025 00:27:11									
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	0		
	2	QUEUE	71		6	0	0		
	3	SEIZE	65		0	0	0		
	4	DEPART	65		0	0	0		
	5	ADVANCE	65		1	0	0		
	6	RELEASE	64		0	0	0		
	7	TERMINATE	64		0	0	0		
	8	GENERATE	83		0	0	0		
	9	QUEUE	83		2	0	0		
	10	SEIZE	81		0	0	0		
	11	DEPART	81		0	0	0		
	12	ADVANCE	81		0	0	0		
	13	RELEASE	81		0	0	0		
	14	TERMINATE	81		0	0	0		
	15	GENERATE	1		0	0	0		
	16	TERMINATE	1		0	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 с приоритетами

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(первый тип заявок), QS2(второй тип заявок), STOCKMAN(обработчик заявок).

Далее идёт информация о блоках текущей модели, в частности, ENTRY COUNT – количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования. Было сгенерировано 71 заявка первого типа и 83 второго, а обработано 64 и 81 соответственно.

Затем идёт информация об одноканальном устройстве FACILITY (оператор, оформляющий заказ), откуда видим, что к оператору на обработку попало всего 146 заказов обоих типов. Полезность работы оператора составила 0,967. При этом среднее время занятости оператора составило 190,733 мин.

Далее информация об очередях:

- QUEUE=QS1 – имя объекта типа «очередь» для первого типа заявок;
- MAX=8 – максимальное число ожидающих заявок от клиента в очереди;
- CONT=6 – количество заявок в очереди на момент завершения моделирования;
- ENTRIES=71 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0)=4 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=2,177 заявок от клиентов в среднем были в очереди;

- AVE . TIME=883,029 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=935,747 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).
- QUEUE=QS2 – имя объекта типа «очередь» для второго типа заявок;
- MAX=3 – максимальное число ожидающих заявок от клиента в очереди;
- CONT=2 – количество заявок в очереди на момент завершения моделирования;
- ENTRIES=83 – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- ENTRIES(0)=2 – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- AVE . CONT=0,439 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=152,399 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=152,162 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

В конце отчёта идёт информация о будущих событиях:

- XN=141 – порядковый номер заявки от клиента, ожидающей поступления для оформления заказа у оператора;
- PRI=1 – следующая заявка с приоритетом 1, то есть первого типа;
- BDT=28815,063 – время назначенного события, связанного с данным транзактом;
- ASSEM=141 – номер семейства транзактов;

- CURRENT=5 – номер блока, в котором находится транзакт;
- NEXT=6 – номер блока, в который должен войти транзакт.

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.

Построение модели будет выглядеть следующим образом (рис. 4.3).

```

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
TERMINATE
; ships of type 2
GENERATE 390, 60 ; подход к порту
QUEUE type2
ENTER prch2 ; получение причала
ENTER buks,2 ; получение буксира
DEPART type2 ;
ADVANCE 45,12 ; буксирование до причала
LEAVE buks,2 ; освобождение буксиров
ADVANCE 1080,240 ; погрузка / разгрузка
ENTER buks,2 ; получение двух 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

Получим отчет по симуляции (рис. 4.4, 4.5).

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
	--	-----	---	-	-

Рис. 4.4: Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов (1/2)

	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.
PRCH1		6	0	0	6	1345	1	5.863	0.977
PRCH2		3	0	0	3	444	1	2.950	0.983
BUKS		2	1	0	2	4454	1	0.786	0.393
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			
2154	0		175820.451	2154	8	9			
2155	0		175932.218	2155	8	9			

Рис. 4.5: Отчёт по модели обслуживания в порту судов двух типов (2/2)

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;
- 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: TYPE1(первый тип судов), TYPE2(второй тип судов), PRCH1(первый тип причала), PRCH2(второй тип причала).

Далее идёт информация о блоках текущей модели, в частности, ENTRY COUNT

– количество транзактов, вошедших в блок с начала процедуры моделирования. Было сгенерировано 1345 заявок первого типа и 446 второго, а обработано 1339 и 365 соответственно.

Далее информация об очередях:

- $QUEUE=TYPE1$ – имя объекта типа «очередь» для первого типа судов;
- $MAX=4$ – максимальное число ожидающих заявок от клиента в очереди;
- $CONT=0$ – на момент завершения моделирования очередь была пуста;
- $ENTRIES=1345$ – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- $ENTRIES(0)=288$ – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;
- $AVE. CONT=0,750$ заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- $AVE. TIME=97.724$ минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- $AVE. (-0)=124,351$ минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).
- $QUEUE=TYPE2$ – имя объекта типа «очередь» для второго типа судов;
- $MAX=4$ – максимальное число ожидающих заявок от клиента в очереди;
- $CONT=2$ – количество заявок в очереди на момент завершения моделирования;
- $ENTRIES=446$ – общее число заявок от клиентов, прошедших через очередь в течение периода моделирования;
- $ENTRIES(0)=35$ – число заявок от клиентов, попавших к оператору без ожидания в очереди;

- AVE . CONT=0,897 заявок от клиентов в среднем были в очереди;
- AVE . TIME=352.553 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (с учётом всех входов в очередь);
- AVE . (-0)=382,576 минут в среднем заявки от клиентов провели в очереди (без учета «нулевых» входов в очередь).

Затем идёт информация о многоканальном устройстве STORAGE (оператор, оформляющий заказ).

Видим, что к первому типу причалов на обработку попало всего 1345 судов(первого типа). Полезность работы причалов составила 0,977. При этом среднее время занятости причалов составило 5,863 мин.

Ко второму типу причалов на обработку попало всего 444 судов(второго типа). Полезность работы причалов составила 0,983. При этом среднее время занятости причалов составило 2,950 мин. Также указано, что причалов первого типа 6, а второго 3.

Есть два буксира (указано, что минимум работает 1). К ним поступили судна 4454 раз(это судна обоих типов по два раза один буксир для первого типа и по два раза два буксира для второго типа). Полезность работы – 0.786, среднее время занятости – 0.393.

Далее идёт информация о будущих событиях.

5 Выводы

В результате выполнения работы были реализованы с помощью gpss:

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

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Моделирование информационных процессов: Лабораторная работа №15. РУДН, 2025.
2. Шрайбер Г.Дж. Моделирование на GPSS. Машиностроение, 1987.
3. Алтаев А.Т. Имитационное моделирование на языке GPSS. АлтГТУ, 2002.
4. Кудрявцев В.А. GPSS World. Изд-во ОмГТУ, 2004.