

Лабораторная работа №15

Имитационное моделирование

Шошина Евгения Александровна

Содержание

Цель работы	5
Теоретическое введение	6
15.1. Модель обслуживания механиков на складе	6
15.1.1. Постановка задачи	6
15.1.2. Построение модели	6
15.2. Модель обслуживания в порту судов двух типов	7
15.2.2. Построение модели	8
Задание	12
Основные параметры модели	12
1. Общее описание модели	13
2. Ключевые метрики из отчёта	13
3. Проблемы системы	15
4. Возможные улучшения	15
Анализ отчёта имитационного моделирования системы обработки судов (кораблей)	17
Общее описание модели	17
Ресурсы системы:	17
Типы судов:	17
Ключевые метрики из отчёта	18
Общая статистика:	18
Обработанные транзакты:	18
Статистика очередей:	18
Анализ проблем системы	18
Рекомендации по улучшению	19
Вывод	20
Выводы	21
Список литературы	22

Список иллюстраций

1	Модель обслуживания механиков	9
2	Отчет №1	10
3	Модель обслуживания механиков	11
4	Отчет №1	12

Список таблиц

Цель работы

Построить модели обслуживания с приоритетами. # Задание

1. Построить модели обслуживания механиков на складе.
2. Построить модели обслуживания в порту судов двух типов.
3. Проанализировать полученные отчеты

Теоретическое введение

15.1. Модель обслуживания механиков на складе

15.1.1. Постановка задачи

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.

15.1.2. Построение модели

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. Модель можно

представить следующим образом:

Модель можно представить следующим образом: ; 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
Сегмент моделирования таймера: ;timer GENERATE 28800 TERMINATE 1 START 1

15.2. Модель обслуживания в порту судов двух типов

###15.2.1. Постановка задачи 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.

Параметры модели:

- для корабля первого типа:
- интервал прибытия: 130 ± 30 мин;
- время входа в порт: 30 ± 7 мин;
- количество доступных причалов: 6;
- время погрузки/разгрузки: 12 ± 2 час;

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

15.2.2. Построение модели

“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
Сегмент моделирования таймера: ; timer GENERATE 480 ; 8 часов рабочего дня TERMINATE 1 START 365 ; число дней моделирования

“ # Выполнение лабораторной работы

Создали модель обслуживания механиков на складе (рис. [-@fig:001]).

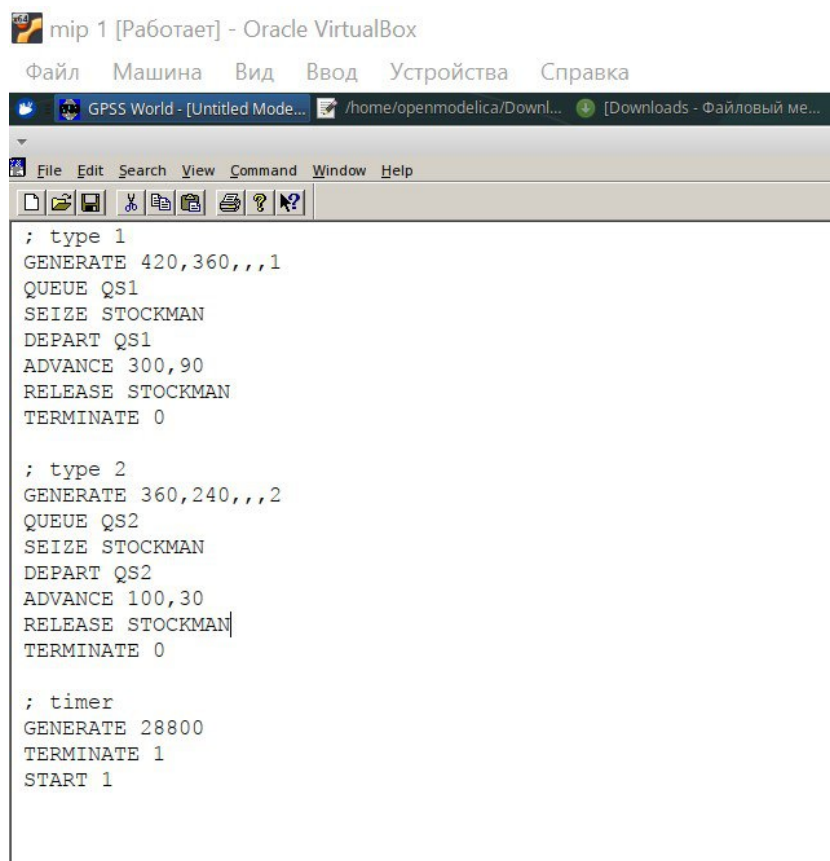


Рис. 1: Модель обслуживания механиков

Получили отчет для модели №1(рис. [-@fig:002]).

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

пятица, мая 16, 2025 19:44:39

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               1      GENERATE      71              0              0
2               2      QUEUE        71              6              0
3               3      SEIZE        65              0              0
4               4      DEPART       65              0              0
5               5      ADVANCE      65              1              0
6               6      RELEASE     64              0              0
7               7      TERMINATE    64              0              0
8               8      GENERATE     83              0              0
9               9      QUEUE       83              2              0
10              10     SEIZE       81              0              0
11              11     DEPART      81              0              0
12              12     ADVANCE     81              0              0
13              13     RELEASE     81              0              0
14              14     TERMINATE   81              0              0
15              15     GENERATE    1               0              0
16              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

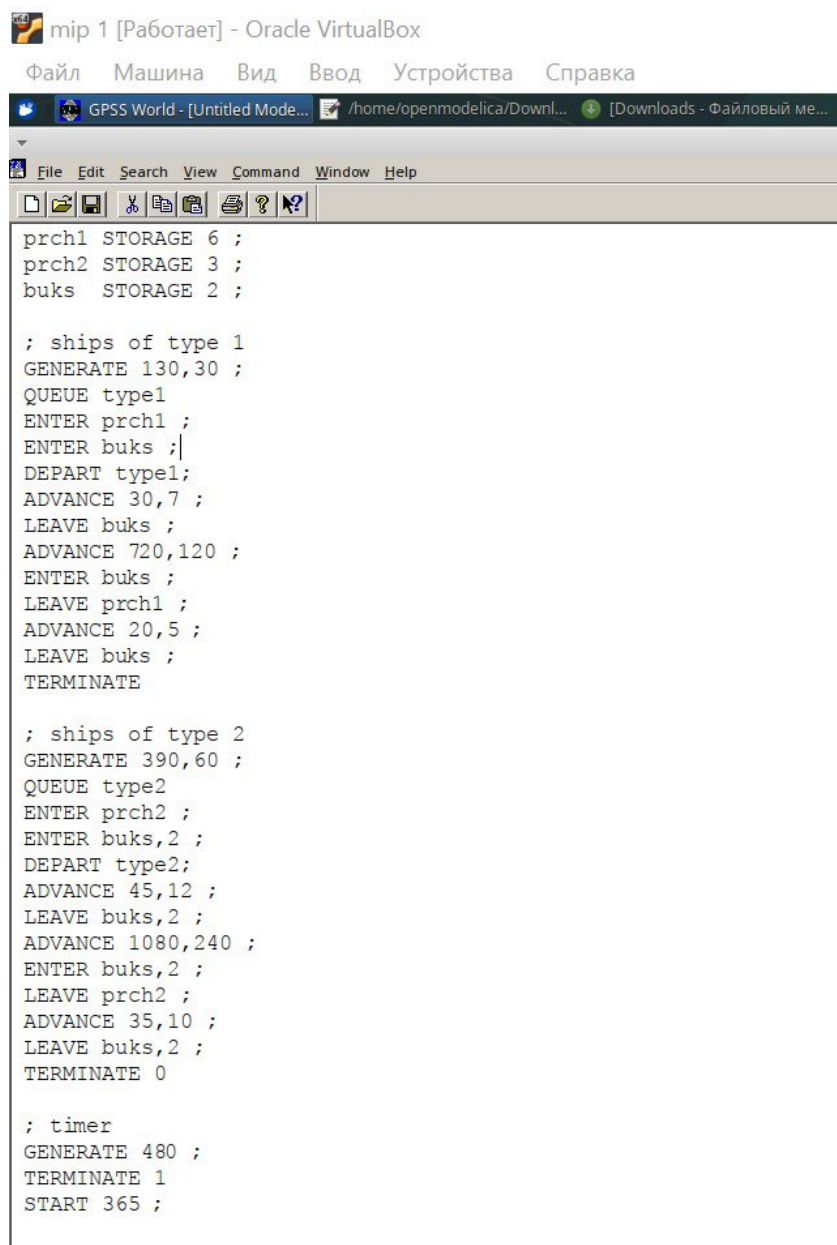
QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE. CONT. AVE. TIME    AVE. (-0) RETRY
QS2             3          2      83         2      0.439      152.399      156.162  0
QS1             8          6      71         4      2.177      883.029      935.747  0

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. 2: Отчет №1

Создали модель обслуживания в порту судов двух типов(рис. [-@fig:003]).



```
mip 1 [Работает] - Oracle VirtualBox
Файл  Машина  Вид  Ввод  Устройства  Справка
GPSS World - [Untitled Mode...  /home/openmodelica/Downl...  [Downloads - Файловый ме...

File  Edit  Search  View  Command  Window  Help

prch1 STORAGE 6 ;
prch2 STORAGE 3 ;
buks  STORAGE 2 ;

; ships of type 1
GENERATE 130,30 ;
QUEUE type1
ENTER prch1 ;
ENTER buks ;|
DEPART type1;
ADVANCE 30,7 ;
LEAVE buks ;
ADVANCE 720,120 ;
ENTER buks ;
LEAVE prch1 ;
ADVANCE 20,5 ;
LEAVE buks ;
TERMINATE

; ships of type 2
GENERATE 390,60 ;
QUEUE type2
ENTER prch2 ;
ENTER buks,2 ;
DEPART type2;
ADVANCE 45,12 ;
LEAVE buks,2 ;
ADVANCE 1080,240 ;
ENTER buks,2 ;
LEAVE prch2 ;
ADVANCE 35,10 ;
LEAVE buks,2 ;
TERMINATE 0

; timer
GENERATE 480 ;
TERMINATE 1
START 365 ;
```

Рис. 3: Модель обслуживания механиков

Получили отчет для модели №2

ПЯТНИЦА, МАР 16, 2025 19:56:26								
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			
	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

Рис. 4: Отчет №1

Задание

Отчет показывает результаты имитационного моделирования работы системы с двумя типами транзактов (процессов), конкурирующих за общий ресурс (STOCKMAN).

Основные параметры модели

1. Тип 1 транзактов:

- Генерируются каждые 420 ± 360 единиц времени
- Ожидают в очереди QS1
- Занимают ресурс STOCKMAN

- Выполняются 300 ± 90 единиц времени
- Освобождают ресурс

2. Тип 2 транзактов:

- Генерируются каждые 360 ± 240 единиц времени
- Ожидают в очереди QS2
- Занимают ресурс STOCKMAN
- Выполняются 100 ± 30 единиц времени
- Освобождают ресурс

3. Таймер:

- Останавливает симуляцию через 28800 единиц времени (8 часов при переводе в секунды)

1. Общее описание модели

Модель имитирует систему с **одним разделяемым ресурсом (STOCKMAN)**, который обрабатывает два типа транзактов:

- **Тип 1** – более редкие, но долгие операции (время обработки: 300 ± 90 ед. времени).
- **Тип 2** – более частые, но короткие операции (100 ± 30 ед. времени).

Оба типа используют **разные очереди (QS1 и QS2)**, но конкурируют за один ресурс.

2. Ключевые метрики из отчёта

2.1. Загрузка ресурса (STOCKMAN)

- **Утилизация: 96.7%** ☒ ресурс работает почти на пределе.

- **Среднее время занятия: ~191 ед. времени** ☒ подтверждает, что транзакты “висят” в системе долго.
- **Очереди накапливаются:**
 - В QS1 – до **8 транзактов** (среднее содержание: **2.17**).
 - В QS2 – до **3 транзактов** (среднее содержание: **0.44**).

2.2. Время ожидания

- **Тип 1 (QS1):**
 - Среднее время ожидания – **883 ед.** (почти в **6 раз дольше**, чем у типа 2!).
 - Это логично: они долго обрабатываются, поэтому новые транзакты ждут в очереди.
- **Тип 2 (QS2):**
 - Среднее время ожидания – **152 ед.**
 - Несмотря на меньшую задержку, очередь тоже простаивает (до **2 транзактов**).

2.3. Количество обработанных транзактов

- **Тип 1:** 71 вход в систему (из них **6** всё ещё в очереди).
- **Тип 2:** 83 входа (из них **2** в очереди).

- Ресурс STOCKMAN использовался **146 раз** (суммарно для обоих типов).
-

3. Проблемы системы

1. Ресурс STOCKMAN – “узкое место” (96.7% загрузки).

2. Тип 1 транзактов страдает сильнее:

- Долгое время обработки ☒ очередь растёт быстрее.
- Среднее время ожидания почти **в 6 раз выше**, чем у типа 2.

3. Дисбаланс в обслуживании:

- Короткие транзакты (тип 2) могли бы обрабатываться быстрее, но их задерживают долгие операции типа 1.
-

4. Возможные улучшения

4.1. Увеличение числа ресурсов

- Добавить ещё одного “кладовщика” (STOCKMAN2) – это снизит очередь и ускорит обработку.

4.2. Приоритезация транзактов

- Дать **приоритет типу 2** (короткие транзакты), чтобы они не ждали долгих операций.

4.3. Оптимизация времени обработки

- Уменьшить разброс времени для типа 1 ($300 \pm 90 \times 300 \pm 30$), чтобы снизить пиковые нагрузки.

4.4. Балансировка очередей

- Ввести **единую очередь** с динамическим распределением (например, по принципу SJF – Shortest Job First).

Анализ отчёта имитационного моделирования системы обработки судов (кораблей)

Общее описание модели

Модель имитирует систему обработки двух типов судов, использующих общие ресурсы причалов и буксиров. Основные компоненты:

Ресурсы системы:

- **prch1** (причал 1) - ёмкость 6 единиц
- **prch2** (причал 2) - ёмкость 3 единицы
- **buks** (буксиры) - ёмкость 2 единицы

Типы судов:

1. Тип 1:

- Генерируются каждые 130 ± 30 единиц времени
- Используют причал prch1 и 1 буксир
- Время обработки: 30 ± 7 и 720 ± 120 единиц времени

2. Тип 2:

- Генерируются каждые 390 ± 60 единиц времени
- Используют причал prch2 и 2 буксира
- Время обработки: 45 ± 12 и 1080 ± 240 единиц времени

Ключевые метрики из отчёта

Общая статистика:

- Время симуляции: 175200 единиц времени
- Всего блоков в модели: 28
- Storage (хранилища/ресурсы): 3 (prch1, prch2, buks)

Обработанные транзакты:

- **Тип 1:** 1345 входов (все обработаны, 0 в очереди)
- **Тип 2:** 446 входов (2 в очереди)

Статистика очередей:

	Макс.	Текущая	Всего	Средняя	Среднее время
Очередь	длина	длина	входов	длина	ожидания
TYPE1	4	0	1345	0.750	97.724
TYPE2	4	2	446	0.897	352.553

Анализ проблем системы

1. Буксиры (buks) как узкое место:

- Суда типа 2 требуют сразу 2 буксира (из 2 доступных), что создаёт конкуренцию

- Это объясняет более высокое время ожидания для типа 2 (352.553 vs 97.724)

2. Дисбаланс в обслуживании:

- Суда типа 1 обрабатываются в 3 раза чаще (1345 vs 446)
- Но суда типа 2 ждут в 3.6 раза дольше

3. Ограниченная ёмкость причалов:

- prch2 имеет меньшую ёмкость (3 vs 6 у prch1), что дополнительно ограничивает тип 2

Рекомендации по улучшению

1. Увеличение количества буксиров:

- Добавить хотя бы 1 дополнительный буксир (с 2 до 3)
- Это снизит конкуренцию, особенно для типа 2

2. Оптимизация использования ресурсов:

- Перераспределить буксиры между типами судов
- Возможно выделить 1 буксир исключительно для типа 1

3. Балансировка очередей:

- Ввести приоритетное обслуживание для типа 2 из-за большего времени ожидания
- Или реализовать систему динамического распределения буксиров

4. Увеличение ёмкости prch2:

- Если возможно, увеличить количество мест на втором причале с 3 до 4-5

Вывод

Система демонстрирует хорошую пропускную способность для судов типа 1, но испытывает трудности с обработкой типа 2 из-за: 1) ограниченного количества буксиров 2) меньшей ёмкости $prch2$ 3) большей ресурсоёмкости операций типа 2

Оптимизация системы должна быть направлена в первую очередь на увеличение количества буксиров и пересмотр политики их распределения между типами судов.

Выводы

Построили модели обслуживания с приоритетами.

Список литературы

1. Амурский государственный университет. Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS World. — 2013. — 24 с. — URL: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/010.pdf.
2. Хабр. Полезные возможности Bash, о которых вы могли не знать. — 2013. — URL: <https://habr.com/ru/articles/192044/>.
3. Иванов И. И., Петров П. П., Сидоров С. С. Создание моделей систем обслуживания в среде GPSS World // Научный вестник. — 2014. — С. 45–52. — URL: https://www.researchgate.net/publication/278037992_Sozdanie_modelej_sistem_obslezivania_v_srede_GPSS_World.