

# **Лабораторная работа №15**

**Имитационное моделирование**

Волгин Иван Алексеевич

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
3.1	Модель обслуживания механиков на складе . . . . .	6
3.2	Модель обслуживания судов двух типов в порту. . . . .	10
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>16</b>

## Список иллюстраций

3.1	Код модели задачи про механиков . . . . .	7
3.2	Отчет по задаче про механиков . . . . .	8
3.3	Код модели задачи про корабли в порте . . . . .	12
3.4	Отчет по задаче про корабли в порте . . . . .	13

# 1 Цель работы

Изучить и реализовать модели обслуживания с приоритетами

## 2 Задание

Реализовать модель обслуживания механиков на складе и модель обслуживания судов двух типов в порту с помощью утилиты gpss.

## 3 Выполнение лабораторной работы

### 3.1 Модель обслуживания механиков на складе

Первым заданием была реализация модели обслуживания механиков, условие которой звучало так: 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.

Я написал в gpss следующий код, который является реализацией заданной модели (рис. 3.1).

```
; 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. 3.1: Код модели задачи про механиков

Запустив компиляцию кода, я получил отчет о модели (рис. 3.2).

```

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

      cyб6oтa, мaя 17, 2025 00:44:22

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. 3.2: Отчет по задачи про механиков

Анализ отчета:

- 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, используе-



мые 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(O)=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.(–O)=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(O)=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.

## **3.2 Модель обслуживания судов двух типов в порту.**

Далее я приступил к реализации второй модели, условие которой звучит так:

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:  $130 \pm 30$  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.

Я написал в grps код реализации модели (рис. 3.3)

```

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
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. 3.3: Код модели задачи про корабли в порте

Скомпилировав код я получил отчет (рис. 3.4)

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1

суббота, мая 17, 2025 00:48:53

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

Рис. 3.4: Отчет по задаче про корабли в порте

Анализ отчета:

- 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(O)=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;

- $ENTRIES(O)=35$  – 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);
- $AVE.(-O)=382,576$  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.

## 4 Выводы

В ходе этой лабораторной работы я изучил и реализовал две модели обсуждения с приоритетами в программе gpss.