Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра информационных технологий автоматизированных систем

#### Расчётная работа

#### по курсу «Имитационное моделирование систем»

на тему:

# «Модель перевозки нефти»

Вариант № 31

Выполнил студент

гр 220602 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.М. Севернёв

Минск 2015

**Содержание**

Задание…………………………………………………………………………….3

1 Системное описание объекта моделирования и постановка задачи…...……4

2 Построение базовой имитационной модели.................………………….……6

3 Анализ результатов базовой имитационной модели…………………………8

4 Построение модифицированной имитационной модели....…………………..9

5 Анализ результатов модифицированной имитационной модели………..…10

Заключение…………………………………………………………………….…11

Список использованных источников……………………………………...……12

Приложение А (обязательное) Базовая модель……………………………..…13

Приложение Б (обязательное) Результаты имитации базовой модели...….....14

Приложение В (обязательное) Модифицированная модель……………….…16

Приложение Г (обязательное) Результаты имитации модифицированной

модели……………………………………………….………….17

**Задание**

Из порта A в порт B выполняется перевозка нефти. Для перевозки используются 6 танкеров ёмкостью 200 тыс. баррелей каждый. Погрузка нефти на танкер в порту A занимает 8±2 часа, разгрузка в порту B – 6±2 часа. Время в пути из порта A в B распределено по гауссовскому закону со следующими параметрами:

– из порта А в порт В (танкер загружен нефтью): среднее время в пути – 5 дней, среднеквадратическое отклонение – 1,5 дня;

– из порта В в порт А (танкер не загружен): среднее время в пути – 4 дня, среднеквадратическое отклонение – 1 день.

Емкость нефтехранилища в порту B – 1 млн. баррелей. Ежедневно через каждые 8 часов производится перекачка нефти из нефтехранилища на нефтеперерабатывающий завод в объёме 300 тыс. баррелей, занимающая от 1 до 3 часов. Если запас нефти в нефтехранилище составляет менее 300 тыс. баррелей, то перекачка выполняется только после доставки танкерами необходимого объёма нефти.

Если в момент прибытия танкера в порт оказывается, что в хранилище нет места для приёма нефти с этого танкера, то разгрузка танкера выполняется после освобождения места в хранилище.

После разгрузки в порту B танкер снова отправляется в порт A через 1 день. После прибытия в порт A загрузка танкера начинается через 0,5 дня.

В начальный момент три танкера находятся в порту A, загружены нефтью и готовы к отплытию в порт B. Три других танкера находятся в порту B, разгружены и готовы к отплытию в порт A. В хранилище имеется 500 тыс. баррелей нефти.

В порту A может одновременно загружаться нефтью не более трех танкеров, а в порту B в любой момент может разгружаться не более двух танкеров.

Разработать имитационную программу для анализа процесса транспортировки нефти и обслуживания танкеров в течение 30 дней.

**1 Системное описание объекта моделирования и постановка задачи**

Концептуальная модель совпадает с описанием задания, т.е. оно достаточно для построения базовой имитационной модели перевозки нефти.

Для построения модели перевозки нефти необходимо решить следующие задачи:

– построить базовую имитационную модель перевозки нефти согласно условию задания и сделанных в этом разделе допущений;

– получить результаты выполнения базовой имитационной модели и провести их анализ; на основе этого наметить пути улучшения полученных характеристик модели перевозки нефти;

– построить модифицированную имитационную модель согласно намеченным улучшениям базовой модели;

– получить результаты выполнения модифицированной имитационной модели, провести их анализ и удостовериться в правильности выбранного пути улучшения работы исследуемого объекта.

Имитационное моделирование исследуемого объекта будем вести с помощью системы GPSS World, являющейся мощной универсальной средой для профессионального моделирования самых разнообразных процессов и систем [1-5].

**2 Построение базовой имитационной модели**

Установим начальное значение сохраняемой величины x$hran равной 500, что означает, что в хранилище находится 500 тыс. баррелей нефти.

Моделирование системы начинается с команды STORAGE, которая объявляет многоканальное устройство (в нашем случае это конвейеры port\_a и port\_b). Эта команда позволяет ограничить вход транзактов в порт (не более трех танкеров в порт А, не более двух танкеров в порт В).

С помощью оператора GENERATE и блока D задаем количество транзактов, равное трем.

Использую оператор SPLIT, создаем ансамбль транзактов, где 1 – количество создаваемых копий транзакта, otprav\_b – метка оператора, т.е. имитируем отправку.

Распишем порядок прибытия и разгрузки танкеров из порта А в порт В.

Оператор ADVANCE показывает, сколько времени по нормальному закону уходит у танкера, чтобы добраться из порта A в порт B.

Имитируем вход танкера в очередь на причал с помощью оператора QUEUE, проверяем с помощью оператора TEST LE доступное место в хранилище, далее с помощью оператора ENTER имитируем вход танкера в порт, с помощью оператора SAVEVALUE имитируем наполнение хранилища 200 тыс. баррелей нефти из танкера, и с помощью DEPART отправляем уже пустой танкер на причал. Оператор ADVANCE показывает время, затраченное на разгрузку танкера, LEAVE отправляет танкер на выход из порта через 24 часа, что показано в операторе ADVANCE.

Далее расписываем порядок прибытия танкера из порта B в порт A.

Оператор ADVANCE показывает, сколько времени по нормальному закону уходит у танкера, чтобы добраться из порта B в порт A, и сколько времени танкер простоит в порту перед началом загрузки.

Имитируем вход танкера в очередь на причал с помощью QUEUE, далее с помощью оператора ENTER имитируем вход танкера в порт, с помощью DEPART отправляем уже пустой танкер на причал. Оператор ADVANCE показывает время, затраченное на загрузку танкера, LEAVE отправляет танкер на выход из порта через 24 часа, что показано в операторе ADVANCE, имитируем отправку с помощью оператора SPLIT и удаляем транзакт из модели с помощью оператора TERMINATE.

Рассмотрим порядок перегонки нефти из нефтехранилища на нефтеперерабатывающий завод. Оператор ADVANCE показывает время, через которое происходит перегонка нефти, с помощью оператора TEST GE проверяем доступное место в хранилище, с помощью оператора SAVEVALUE откачиваем из хранилища 300 тыс. баррелей нефти, а ADVANCE показывает, что этот процесс занимает от одного до трех часов.

Вся эта модель разработана для анализа процесса в течении 30 дней.

**3 Анализ результатов базовой имитационной модели**

Результаты базовой имитационной модели показаны в приложении Б. Запуск модели (после компиляции) производится командой START 1. По истечению тридцати дней процесс моделирования завершится.

Рассмотрим результаты, представляющие интерес для нашей задачи (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты базовой имитационной модели

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Начальный запас нефти в нефтехранилище, тыс. баррелей |
| 500 |
| Коэффициент загрузки терминалов:  – в порту А;  – в порту В | 0.055  0.065 |
| Среднее количество танкеров:  – в порту А;  – в порту В | 0.164  0.130 |
| Количество танкеров, прибывших в порт:  – порт А;  – порт В | 15  15 |

Примем, что в модифицированной модели в хранилище находится не 500 тыс. баррелей нефти, а 300 тыс. баррелей нефти; остальные параметры не меняются.

**4 Построение модифицированной имитационной модели**

В модифицированной модели изменим значение INITIAL

Исходное значение:

**INITIAL X$HRAN, 500**

Модифицированное значение:

**INITIAL X$HRAN, 300**

Имитацию модифицированной модели будем выполнять в течение того же времени – 30 суток.

Текст модифицированной GPSS-модели представлен в приложении В.

**5 Анализ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**

Результаты модифицированной модели приведены в приложении Г. Запуск модели (после компиляции) производится командой START 1. По истечению тридцати дней процесс моделирования завершится.

Рассмотрим результаты, представляющие интерес (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты загрузки устройств модифицированной имитационной модели (при разном количестве стендов)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Начальный запас нефти в нефтехранилище, тыс. баррелей | |
| 500\* | 300 |
| Коэффициент загрузки терминалов:  – в порту А;  – в порту В | 0.055  0.065 | 0.057  0.072 |
| Среднее количество танкеров:  – в порту А;  – в порту В | 0.164  0.130 | 0.172  0.144 |
| Количество танкеров, прибывших в порт:  – порт А;  – порт В | 15  15 | 15  16 |
| \* – значение в базовой модели | | |

После изменения значения объема нефти в хранилище, коэффициент загрузки терминалов и среднее количество танкеров в портах осталось примерно равным, но, по сравнению с базовой моделью, в порт В было перевезено на 200 тыс. баррелей нефти больше (16 танкеров против 15 в базовой модели).

**Заключение**

В результате выполнения расчётной работы были решены следующие задачи:

– уточнена концептуальная модель системы перевозки нефти, описанная в задании, что позволило перейти к её описанию формальными средствами с помощью ЯИМ GPSS World;

– согласно уточнённой концептуальной модели построена базовая имитационная модель работы системы перевозки нефти и получены результаты её выполнения;

– анализ результатов моделирования базовой модели показал, что имеется потенциал в улучшении перевозки нефти. Было намечено уменьшить первоначальный запас нефти в нефтехранилище с 500 до 300 тыс. баррелей во избежание простоя танкера перед его разгрузкой;

– построена модифицированная имитационная модель, отражающая изменения в концептуальной системе перевозки нефти и получены результаты её выполнения. Оказалось, что при этом варианте объем перевозок увеличился на 200 тыс. баррелей нефти (один дополнительный танкер).

**Список использованных источников**

[1] Боев, В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 368 c.

[2] Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс. 2004. – 320 с.

[3] Томашевский, В.Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В.Н. Томашевский, Е.Г. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 c.

[4] Шевченко, Д.Н. Имитационное моделирование на GPSS: учеб-метод. Пособие для студентов технических специальностей/Д.Н. Шевченко, И.Н. Кравченко. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 97 с.

[5] [Шрайбер, Т. Дж. Моделирование на GPSS.](http://www.gpss.ru/rhnews01_w.html) – М.: Машиностроение, 1980 – 592 с.

**Приложение А**

**(обязательное)**

**Базовая модель**

INITIAL X$HRAN,500

PORT\_A STORAGE 3

PORT\_B STORAGE 2

GENERATE ,,,3

SPLIT 1,OTPRAV\_B

OTPRAV\_A ADVANCE (NORMAL(1,120,36))

QUEUE PRICHAL\_B

TEST LE X$HRAN,800

ENTER PORT\_B

SAVEVALUE HRAN+,200

DEPART PRICHAL\_B

ADVANCE 6,2

LEAVE PORT\_B

ADVANCE 24

OTPRAV\_B ADVANCE (NORMAL(1,96,24))

ADVANCE 12

QUEUE PRICHAL\_A

ENTER PORT\_A

DEPART PRICHAL\_A

ADVANCE 8,2

LEAVE PORT\_A

SPLIT 1,OTPRAV\_A

TERMINATE

GENERATE ,,,3

NPZ ADVANCE 8

TEST GE X$HRAN,300

SAVEVALUE HRAN-,300

ADVANCE 2,1

SPLIT 1,NPZ

TERMINATE

GENERATE 720

TERMINATE 1

**Приложение Б**

**(обязательное)**

**Результаты имитации базовой модели**

GPSS World Simulation Report - npz.4.1

Friday, January 08, 2016 18:46:10

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 720.000 29 0 2

NAME VALUE

HRAN 10000.000

NPZ 22.000

OTPRAV\_A 3.000

OTPRAV\_B 12.000

PORT\_A 10001.000

PORT\_B 10002.000

PRICHAL\_A 10003.000

PRICHAL\_B 10004.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 3 0 0

2 SPLIT 3 0 0

OTPRAV\_A 3 ADVANCE 18 3 0

4 QUEUE 15 0 0

5 TEST 15 0 0

6 ENTER 15 0 0

7 SAVEVALUE 15 0 0

8 DEPART 15 0 0

9 ADVANCE 15 0 0

10 LEAVE 15 0 0

11 ADVANCE 15 0 0

OTPRAV\_B 12 ADVANCE 18 2 0

13 ADVANCE 16 1 0

14 QUEUE 15 0 0

15 ENTER 15 0 0

16 DEPART 15 0 0

17 ADVANCE 15 0 0

18 LEAVE 15 0 0

19 SPLIT 15 0 0

20 TERMINATE 15 0 0

21 GENERATE 1 0 0

NPZ 22 ADVANCE 12 1 0

23 TEST 11 0 0

24 SAVEVALUE 11 0 0

25 ADVANCE 11 0 0

26 SPLIT 11 0 0

27 TERMINATE 11 0 0

28 GENERATE 1 0 0

29 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

PRICHAL\_A 1 0 15 15 0.000 0.000 0.000 0

PRICHAL\_B 1 0 15 15 0.000 0.000 0.000 0

**Продолжение приложения Б**

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

PORT\_A 3 3 0 2 15 1 0.164 0.055 0 0

PORT\_B 2 2 0 2 15 1 0.130 0.065 0 0

SAVEVALUE RETRY VALUE

HRAN 1 200.000

**Приложение В**

**(обязательное)**

**Модифицированная модель**

INITIAL X$HRAN,300

PORT\_A STORAGE 3

PORT\_B STORAGE 2

GENERATE ,,,12

SPLIT 1,OTPRAV\_B

OTPRAV\_A ADVANCE (NORMAL(1,120,36))

QUEUE PRICHAL\_B

TEST LE X$HRAN,800

ENTER PORT\_B

SAVEVALUE HRAN+,200

DEPART PRICHAL\_B

ADVANCE 6,2

LEAVE PORT\_B

ADVANCE 24

OTPRAV\_B ADVANCE (NORMAL(1,96,24))

ADVANCE 12

QUEUE PRICHAL\_A

ENTER PORT\_A

DEPART PRICHAL\_A

ADVANCE 8,2

LEAVE PORT\_A

SPLIT 1,OTPRAV\_A

TERMINATE

GENERATE ,,,3

NPZ ADVANCE 8

TEST GE X$HRAN,300

SAVEVALUE HRAN-,300

ADVANCE 2,1

SPLIT 1,NPZ

TERMINATE

GENERATE 720

TERMINATE 1

**Приложение Г**

**(обязательное)**

**Результаты имитации модифицированной модели**

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 720.000 29 0 2

NAME VALUE

HRAN 10000.000

NPZ 22.000

OTPRAV\_A 3.000

OTPRAV\_B 12.000

PORT\_A 10001.000

PORT\_B 10002.000

PRICHAL\_A 10003.000

PRICHAL\_B 10004.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 3 0 0

2 SPLIT 3 0 0

OTPRAV\_A 3 ADVANCE 18 2 0

4 QUEUE 16 0 0

5 TEST 16 0 0

6 ENTER 16 0 0

7 SAVEVALUE 16 0 0

8 DEPART 16 0 0

9 ADVANCE 16 0 0

10 LEAVE 16 0 0

11 ADVANCE 16 1 0

OTPRAV\_B 12 ADVANCE 18 3 0

13 ADVANCE 15 0 0

14 QUEUE 15 0 0

15 ENTER 15 0 0

16 DEPART 15 0 0

17 ADVANCE 15 0 0

18 LEAVE 15 0 0

19 SPLIT 15 0 0

20 TERMINATE 15 0 0

21 GENERATE 1 0 0

NPZ 22 ADVANCE 12 1 0

23 TEST 11 0 0

24 SAVEVALUE 11 0 0

25 ADVANCE 11 0 0

26 SPLIT 11 0 0

27 TERMINATE 11 0 0

28 GENERATE 1 0 0

29 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

PRICHAL\_A 1 0 15 15 0.000 0.000 0.000 0

PRICHAL\_B 1 0 16 15 0.004 0.170 2.717 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

PORT\_A 3 3 0 2 15 1 0.172 0.057 0 0

PORT\_B 2 2 0 2 16 1 0.144 0.072 0 0

**Продолжение приложения Г**

SAVEVALUE RETRY VALUE

HRAN 1 200.000

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

27 0 739.363 1 11 12

31 0 743.193 6 3 4

30 0 770.674 1 12 13

28 0 803.303 4 12 13

26 0 806.654 6 12 13

34 0 854.859 4 3 4

35 0 1440.000 35 0 28