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 службы технической поддержки Интернет-лаборатории»**

Вариант № 52

Выполнил студент

гр 220602 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Хирковский Е.О.

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

Минск 2015

СОДЕРЖАНИЕ

[Задание 3](#_Toc440408488)

[1 Системное описание объекта моделирования и постановка задачи 4](#_Toc440408489)

[2 Построение базовой имитационной модели 5](#_Toc440408490)

[3 Анализ результатов базовой имитационной модели 6](#_Toc440408491)

[4 Построение модифицированной имитационной модели… 7](#_Toc440408492)

[5 Анализ результатов модифицированной имитационной модели 8](#_Toc440408493)

[Заключение 9](#_Toc440408494)

[Список использованных источников 10](#_Toc440408495)

[Приложение А (обязательное) Базовая модель 11](#_Toc440408496)

[Приложение Б (обязательное) Результаты имитации базовой модели 12](#_Toc440408497)

[ПриложениеВ (обязательное) Модифицированная модель 14](#_Toc440408498)

[Приложение Г (обязательное) Результаты имитации модифицированной модели 15](#_Toc440408499)

# Задание

В службу технической поддержки Интернет-лаборатории поступают звонки от абонентов. Время между поступлениями звонков – случайная величина, распределённая по гауссовскому закону со средним значением 1,5 мин и стандартным отклонением 20 с.

Абоненты ожидают ответа в общей очереди к одному из четырёх операторов. Если время ожидания в очереди превышает 1 мин, то абонент автоматически получает отказ. Время обслуживания оператором одного абонента составляет в среднем 4,5 мин. При этом в 55% случаев проблема абонента разрешается. Если оператор не может решить проблему, он отправляет абонента в общую очередь к одному из трех специа­листов. Если все специалисты заняты, то абонент ожидает 20 с. По прошествии 20 с производится проверка: если ни один из специалистов не освободился, то абонент автоматически получает отказ.

Время обслуживания специалистом одного абонента – случайная величина, распределенная по гауссовскому закону со средним значением 5 мин и стандартным отклонением 78 с. Специалист разрешает проблему в 99% случаев.

Все звонки, которые были обслужены и получили положительный результат фиксируются в течение 2 с в записывающем устройстве.

Разработать имитационную программу для анализа процесса работы Интернет-лаборатории за один рабочий день (8 часов).

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

Для построения модели службы технической поддержки Интернет-лаборатории необходимо уточнить концептуальную модель, т.е. содержательное (словесное) описание объекта моделирования (см. задание).По условию, служба технической поддержки Интернет-лаборатории состоит из 4-х операторов и 3-х специалистов, которые дают ответы на запросы абонентов.

После того, как система находит свободного оператора, то она соединяется с абонентом, если же нет, то абонент в течении минуты ждет ответа от оператора, если оператор ему не отвечает, то звонок сбрасывается. После разговора с оператором проблема абонента решается в 55% случаев, если проблема не решена, то оператор ставит абонента в общую очередь к 3 специалистам, которые решают проблему абонента в 99% процентах случаев. Если все специалисты заняты, то система пробует соединить абонента еще раз через 20 секунд, если все специалисты все еще заняты, то звонок сбрасывается.Теперь можно приступать к построению формальной модели службы технической поддержки Интернет-лаборатории с целью анализа работы службы.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

– построить базовую имитационную модель работы службы технической поддержки Интернет-лаборатории согласно условию задания и сделанных в этом разделе допущений;

– получить результаты выполнения базовой имитационной модели и провести их анализ; на основе этого наметить пути улучшенияполученных характеристик работы службы технической поддержки Интернет-лаборатории;

– построить модифицированную имитационную модель согласно намеченным улучшениям базовой модели;

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

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

1. **Построение базовой имитационной модели**

За единицу модельного времени примем 1 сек. Полный текст программы базовой имитационной модели представлен в приложении А. Приведем пояснения к программе.

Моделирование системы начинается с оператора GENERATE. К данной команде будет произведено обращение позднее.

Оператор TEST LE  M1,60,BAD1 сравнивает время пребывания абонента в очереди с допустимым временем пребывания, если оно меньше 60c, то выполняется переход по метке BAD1.

Следующая команда SELECT NU 1,1,4,,,OPER\_BUSYищет свободного оператора. Номер выбранного специалиста записывается в первый параметр транзакта, имитирующего поступивший звонок.Если все операторы заняты, то выполнится переход по метке OPER\_BUSY.

Если найден свободный оператор, то происходит переход на метку VYB\_OPER.Оператор SEIZE моделирует вход транзакта в систему. Затем выходим из очереди в систему DEPART Q\_OPER. Оператор RELEASE выполняет выпуск транзакта из системы. Если проблема решена, то происходит переход на метку GOOD.

Если проблема не была решена, то выполняется переход на метку NOT\_RESOLVED.

Следующая команда SELECT NU  2,5,7,,,SPEC\_BUSY ищет свободного специалиста, если все специалисты заняты, то выполнится переход по метке SPEC\_BUSY. Далее происходит 20 секундное ожиданиеи производится повторный поиск специалиста, и если свободный специалист не найден, то происходит переход на метку OTKAZ.

Оператор TRANSFER ,BAD выполняет переход на метку BAD.

Если специалист найден, то происходит переход на метку VYB\_SPEC. Имитируем разговор. Среднее значение интервала равно 300 секунд с отклонением в 78 секунд.

При помощи оператора SAVEVALUE мы получим количество обслуженных и необслуженных вызовов.

Выводим транзакт из модели оператором TERMINATE.

Имитируем поток вызовов с интервалом 28800 секунд при помощи оператора GENERATE. Выводим транзакт из модели оператором TERMINATE 1. Запускаем модель на выполнение командой START 1.

1. **Анализ результатов базовой имитационной модели**

Результаты базовой имитационной модели показаны в приложении Б. Запуск модели (после компиляции) производится командой START 1.По истечению четырех часов (28800 сек) процесс моделирования завершится.

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

Таблица 1 – Результаты базовой имитационной модели

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Коэффициент загрузки:  – оператора 1;  – оператора 2;  – оператора 3;  – оператора 4 | 0,789  0,726  0,548  - |
| Количество вызовов, поступивших на консоль, шт. | 314 |
| Количество обработанных вызовов, шт. | 300 |
| Количество обработанных вызовов, во время которых проблема не была решена, шт. | 11 |

Перед операторами очередь почти не наблюдается. Количество вызовов, прошедших без ожидания очереди, к операторам составило 314 вызовов.

Попробуем изменить количество операторов, так как коэффициент загрузки оператора 4 очень низкий.

1. **Построение модифицированной имитационной модели**

В модифицированной модели будем изменять количество операторов. Для этого изменим количество операторов в оператореSELECTNU:

SELECT NU 1,1,3,,,OPER\_BUSY

Теперь максимальное количество операторов станет равно трем. Имитацию модифицированной модели будем выполнять в течение того же времени – 8 часов.

Текст модифицированной GPSS-модели представлен в приложении В.

1. **Анализ результатов модифицированной имитационной модели**

Результаты модифицированной модели приведены в приложении Г. Запуск модели (после компиляции) производится командой START 1. По истечению восьми часов (28800 с) процесс моделирования завершится.

Рассмотрим результаты, представляющие интерес (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение результатов базовой и модифицированной моделей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Количество операторов | | |
| 4\* | 3 | 2 |
| Коэффициент загрузки:  – оператора 1;  – оператора 2;  – оператора 3;  – оператора 4;  – специалиста 1;  – специалиста 2;  – специалиста 3 | 0,789  0,726  0,548  -  0,659  0,482  0,282 | 0,789  0,726  0,548  -  0,659  0,482  0,282 | 0,960  0,957  -  -  0,570  0,420  0,153 |
| Количество вызовов, поступивших на консоль, шт. | 314 | 314 | 319 |
| Количество обработанных вызовов, шт. | 300 | 300 | 284 |
| Количество обработанных вызовов, во время которых проблема не была решена, шт. | 11 | 11 | 32 |
| \* – значение в базовой модели | | | |

Из представленных в таблице 2 результатов моделирования видно, что при количестве операторов, равном 3, коэффициенты загрузки этих операторов остались такими же. Это означает, что нет необходимости в четвертом операторе. При двух операторах их коэффициенты загрузки очень высоки, т.е. операторы перегружены. Из этого следует, что наилучшее количество операторов равно трем.

# Заключение

В результате выполнения расчётной работы были решены следующие задачи:

– уточнена концептуальная модель службы технической поддержки Интернет-лаборатории, описанная в задании, что позволило перейти к её описанию формальными средствами с помощью ЯИМ GPSSWorld;

– согласно уточнённой концептуальной модели построена базовая имитационная модель службы технической поддержки Интернет-лабораториии получены результаты её выполнения;

– анализ результатов моделирования базовой модели выявил несовершенство характеристик объекта моделирования (это выразилось в пониженных коэффициентах загрузки операторов). На основании этого были намечены меры по устранению замеченных недостатков и выбраны возможные пути улучшения работы системы, наиболее легко реализуемые на практике –увеличение количества телефонов;

– построена модифицированная имитационная модель, отражающая изменения в концептуальной системе службы технической поддержки Интернет-лаборатории, и получены результаты её выполнения. Оказалось, что в данной системе службы технической поддержки Интернет-лабораторииможно уменьшить количество операторов до трех.

# 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

GENERATE (NORMAL(1,90,20))

SAVEVALUE CALLS\_COUNT+,1

QUEUE Q\_OPER

MMM1 TEST LE M1,60,BAD1

CHECK\_OPER SELECT NU 1,1,4,,,OPER\_BUSY

TRANSFER ,VYB\_OPER

OPER\_BUSY ADVANCE .1

TRANSFER ,MMM1

VYB\_OPER SEIZE P1

DEPART Q\_OPER

ADVANCE 190

RELEASE P1

TRANSFER .45,,NOT\_RESOLVED

TRANSFER ,GOOD

NOT\_RESOLVED QUEUE Q\_SPEC

SELECT NU 2,5,7,,,SPEC\_BUSY

TRANSFER ,VYB\_SPEC

SPEC\_BUSY ADVANCE 20

SELECT NU 2,5,7,,,OTKAZ

VYB\_SPEC SEIZE P2

DEPART Q\_SPEC

ADVANCE (NORMAL(2,300,78))

RELEASE P2

TRANSFER .99,,GOOD

TRANSFER ,BAD

BAD1 DEPART Q\_OPER

BAD SAVEVALUE BAD\_CALLS+,1

TRANSFER ,KON

OTKAZ DEPART Q\_SPEC

TRANSFER ,BAD

GOOD QUEUE Q\_FIX

SEIZE FIX

DEPART Q\_FIX

ADVANCE 2

RELEASE FIX

SAVEVALUE GOOD\_CALLS+,1

KON TERMINATE

GENERATE 28800

TERMINATE 1

START 1

**Приложение Б  
(обязательное)  
Результаты имитации базовой модели**

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.12.1

Wednesday, January 13, 2016 14:45:57

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 28800.000 39 7 0

NAME VALUE

BAD 27.000

BAD1 26.000

BAD\_CALLS 10006.000

CALLS\_COUNT 10000.000

CHECK\_OPER 5.000

FIX 10003.000

GOOD 31.000

GOOD\_CALLS 10004.000

KON 37.000

MMM1 4.000

NOT\_RESOLVED 15.000

OPER\_BUSY 7.000

OTKAZ 29.000

Q\_FIX 10002.000

Q\_OPER 10001.000

Q\_SPEC 10005.000

SPEC\_BUSY 18.000

VYB\_OPER 9.000

VYB\_SPEC 20.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 314 0 0

2 SAVEVALUE 314 0 0

3 QUEUE 314 0 0

MMM1 4 TEST 314 0 0

CHECK\_OPER 5 SELECT 314 0 0

6 TRANSFER 314 0 0

OPER\_BUSY 7 ADVANCE 0 0 0

8 TRANSFER 0 0 0

VYB\_OPER 9 SEIZE 314 0 0

10 DEPART 314 0 0

11 ADVANCE 314 2 0

12 RELEASE 312 0 0

13 TRANSFER 312 0 0

14 TRANSFER 166 0 0

NOT\_RESOLVED 15 QUEUE 146 0 0

16 SELECT 146 0 0

17 TRANSFER 134 0 0

SPEC\_BUSY 18 ADVANCE 12 0 0

19 SELECT 12 0 0

VYB\_SPEC 20 SEIZE 137 0 0

21 DEPART 137 0 0

22 ADVANCE 137 1 0

23 RELEASE 136 0 0

**Продолжение приложения Б**

24 TRANSFER 136 0 0

25 TRANSFER 2 0 0

BAD1 26 DEPART 0 0 0

BAD 27 SAVEVALUE 11 0 0

28 TRANSFER 11 0 0

OTKAZ 29 DEPART 9 0 0

30 TRANSFER 9 0 0

GOOD 31 QUEUE 300 0 0

32 SEIZE 300 0 0

33 DEPART 300 0 0

34 ADVANCE 300 0 0

35 RELEASE 300 0 0

36 SAVEVALUE 300 0 0

KON 37 TERMINATE 311 0 0

38 GENERATE 1 0 0

39 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

1 120 0.789 189.303 1 314 0 0 0 0

2 111 0.726 188.353 1 315 0 0 0 0

3 83 0.548 190.000 1 0 0 0 0 0

5 63 0.659 301.031 1 311 0 0 0 0

6 47 0.482 295.292 1 0 0 0 0 0

7 27 0.282 300.455 1 0 0 0 0 0

FIX 300 0.021 2.000 1 0 0 0 0 0

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

Q\_OPER 1 0 314 314 0.000 0.000 0.000 0

Q\_FIX 1 0 300 297 0.000 0.005 0.451 0

Q\_SPEC 1 0 146 134 0.008 1.644 20.000 0

SAVEVALUE RETRY VALUE

CALLS\_COUNT 0 314.000

GOOD\_CALLS 0 300.000

BAD\_CALLS 0 11.000

# Приложение В (обязательное) Модифицированная модель

GENERATE (NORMAL(1,90,20))

SAVEVALUE CALLS\_COUNT+,1

QUEUE Q\_OPER

MMM1 TEST LE M1,60,BAD1

CHECK\_OPER SELECT NU 1,1,3,,,OPER\_BUSY

TRANSFER ,VYB\_OPER

OPER\_BUSY ADVANCE .1

TRANSFER ,MMM1

VYB\_OPER SEIZE P1

DEPART Q\_OPER

ADVANCE 190

RELEASE P1

TRANSFER .45,,NOT\_RESOLVED

TRANSFER ,GOOD

NOT\_RESOLVED QUEUE Q\_SPEC

SELECT NU 2,5,7,,,SPEC\_BUSY

TRANSFER ,VYB\_SPEC

SPEC\_BUSY ADVANCE 20

SELECT NU 2,5,7,,,OTKAZ

VYB\_SPEC SEIZE P2

DEPART Q\_SPEC

ADVANCE (NORMAL(2,300,78))

RELEASE P2

TRANSFER .99,,GOOD

TRANSFER ,BAD

BAD1 DEPART Q\_OPER

BAD SAVEVALUE BAD\_CALLS+,1

TRANSFER ,KON

OTKAZ DEPART Q\_SPEC

TRANSFER ,BAD

GOOD QUEUE Q\_FIX

SEIZE FIX

DEPART Q\_FIX

ADVANCE 2

RELEASE FIX

SAVEVALUE GOOD\_CALLS+,1

KON TERMINATE

GENERATE 28800

TERMINATE 1

START 1

# Приложение Г (обязательное) Результаты имитации модифицированной модели

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

Wednesday, January 13, 2016 18:23:28

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 28800.000 39 7 0

NAME VALUE

BAD 27.000

BAD1 26.000

BAD\_CALLS 10006.000

CALLS\_COUNT 10000.000

CHECK\_OPER 5.000

FIX 10003.000

GOOD 31.000

GOOD\_CALLS 10004.000

KON 37.000

MMM1 4.000

NOT\_RESOLVED 15.000

OPER\_BUSY 7.000

OTKAZ 29.000

Q\_FIX 10002.000

Q\_OPER 10001.000

Q\_SPEC 10005.000

SPEC\_BUSY 18.000

VYB\_OPER 9.000

VYB\_SPEC 20.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 314 0 0

2 SAVEVALUE 314 0 0

3 QUEUE 314 0 0

MMM1 4 TEST 314 0 0

CHECK\_OPER 5 SELECT 314 0 0

6 TRANSFER 314 0 0

OPER\_BUSY 7 ADVANCE 0 0 0

8 TRANSFER 0 0 0

VYB\_OPER 9 SEIZE 314 0 0

10 DEPART 314 0 0

11 ADVANCE 314 2 0

12 RELEASE 312 0 0

13 TRANSFER 312 0 0

14 TRANSFER 166 0 0

NOT\_RESOLVED 15 QUEUE 146 0 0

16 SELECT 146 0 0

17 TRANSFER 134 0 0

SPEC\_BUSY 18 ADVANCE 12 0 0

19 SELECT 12 0 0

VYB\_SPEC 20 SEIZE 137 0 0

21 DEPART 137 0 0

22 ADVANCE 137 1 0

23 RELEASE 136 0 0

24 TRANSFER 136 0 0

**Продолжение приложения Г**

25 TRANSFER 2 0 0

BAD1 26 DEPART 0 0 0

BAD 27 SAVEVALUE 11 0 0

28 TRANSFER 11 0 0

OTKAZ 29 DEPART 9 0 0

30 TRANSFER 9 0 0

GOOD 31 QUEUE 300 0 0

32 SEIZE 300 0 0

33 DEPART 300 0 0

34 ADVANCE 300 0 0

35 RELEASE 300 0 0

36 SAVEVALUE 300 0 0

KON 37 TERMINATE 311 0 0

38 GENERATE 1 0 0

39 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

1 120 0.789 189.303 1 314 0 0 0 0

2 111 0.726 188.353 1 315 0 0 0 0

3 83 0.548 190.000 1 0 0 0 0 0

5 63 0.659 301.031 1 311 0 0 0 0

6 47 0.482 295.292 1 0 0 0 0 0

7 27 0.282 300.455 1 0 0 0 0 0

FIX 300 0.021 2.000 1 0 0 0 0 0

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

Q\_OPER 1 0 314 314 0.000 0.000 0.000 0

Q\_FIX 1 0 300 297 0.000 0.005 0.451 0

Q\_SPEC 1 0 146 134 0.008 1.644 20.000 0

SAVEVALUE RETRY VALUE

CALLS\_COUNT 0 314.000

GOOD\_CALLS 0 300.000

BAD\_CALLS 0 11.000