



Е. В. Симонова



ОРГАНИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ



Е. В. Симонова

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННЫХ
ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2024

УДК 519.876.5
ББК 22.18
С37

Рецензенты:

доцент кафедры программных систем Самарского университета, к. т. н., доцент
Зеленко Лариса Сергеевна,
г. н. с., заместитель директора ИПУСС РАН по научной работе, д. т. н.
Смирнов Сергей Викторович

С37 **Симонова, Е. В.** Организация имитационных экспериментов при моделировании информационно-вычислительных систем : учебное пособие / Е. В. Симонова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 116 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1662-7

Рассмотрены различные этапы разработки компьютерной имитационной модели информационно-вычислительной системы, включая построение концептуальной модели исследуемой системы и ее формализацию, алгоритмизацию и компьютерную реализацию, анализ модели, планирование и проведение компьютерных экспериментов, получение и интерпретацию результатов моделирования. Содержит иллюстрации всех этапов процесса разработки и реализации модели, а также проведения компьютерных экспериментов с моделью, что имеет большое учебно-методическое значение и необходимо при самостоятельной работе студентов во время выполнения ими лабораторных работ. Содержит варианты заданий для выполнения лабораторных работ.

Для студентов, обучающихся по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

УДК 519.876.5
ББК 22.18

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
Введение.....	8
1. Моделирование как основной метод исследования сложных систем.....	10
1.1. Основные определения.....	10
1.2. Классификация моделей по степени абстрагирования модели от оригинала.....	10
1.3. Формальная модель объекта исследования (реальной системы).....	13
1.4. Понятие состояния системы.....	14
1.5. Структура имитационной модели.....	15
1.6. Области применения имитационных моделей.....	16
1.7. Основные этапы моделирования систем.....	18
2. Система моделирования с дискретными событиями.....	22
2.1. Управление временем в дискретно-событийных моделях.....	22
2.1.1. Управление временем в GPSS World.....	24
2.2. Концепция событий в дискретно-событийном моделировании.....	26
2.3. Концепция транзактов как частный случай схемы процессов.....	28
3. Постановка задачи исследования информационно-вычислительной системы.....	30
3.1. Объект исследований.....	30
3.2. Описание задачи исследования.....	31
3.3. Формализованная постановка задачи исследования.....	32
3.4. Анализ возможных методов решения.....	33
3.4.1. Аналитический метод.....	33
3.4.2. Метод имитационного моделирования.....	34
4. Разработка имитационной модели информационно-вычислительной системы.....	36
4.1. Разработка структурно-функциональной модели.....	36
4.2. Разработка концептуальной модели.....	36

4.2.1. Таблица функционального соответствия элементов модели и элементов реальной системы	38
4.2.2. Алгоритмы моделирования случайных величин	39
4.3. Выбор программных средств моделирования.....	40
4.4. Разработка алгоритма моделирования и программы имитационной модели.....	42
4.4.1. Описание элементов модели	42
4.4.2. Алгоритм моделирования	43
4.4.3. Описание программной реализации имитационной модели	44
4.4.4. Программа имитационной модели	44
4.5. Организация единичного эксперимента с имитационной моделью	45
4.5.1 Анализ результатов моделирования	45
4.5.2. Оценка точности результатов моделирования	47
5. Планирование экспериментов в системе GPSS World	49
5.1. Организация факторного эксперимента с моделью.....	49
5.2. Однофакторный эксперимент	51
5.3. Проведение дисперсионного анализа в системе GPSS World	54
5.3.1. Дисперсионный анализ в планировании эксперимента	54
5.3.2. Последовательность проведения дисперсионного анализа для однофакторного эксперимента.....	56
5.3.3. Библиотечная процедура ANOVA.....	58
5.4. Проведение двухфакторного эксперимента	59
5.4.1 План двухфакторного эксперимента	59
5.4.2. Последовательность проведения дисперсионного анализа для двухфакторного эксперимента	65
5.5. Поиск наилучших решений. Оптимизирующий эксперимент	74
5.5.1. Организация оптимизирующего эксперимента	74
5.6. Выводы и рекомендации по использованию модели	79
6. Лабораторная работа. Моделирование информационно-вычислительных систем в среде GPSS World	80
6.1. Цель лабораторной работы.....	80
6.2. Последовательность выполнения лабораторной работы	81
6.3. Содержание отчета по лабораторной работе.....	81
6.4. Варианты индивидуальных заданий	82
6.5. Контрольные вопросы.....	101

Заключение.....	102
Библиографический список.....	103
Приложения	105
Приложение А. Операторы описания блоков GPSS World.....	105
Приложение Б. Операторы описания данных и контроля управления GPSS World	107
Приложение В. Сообщения GPSS World об ошибках	108