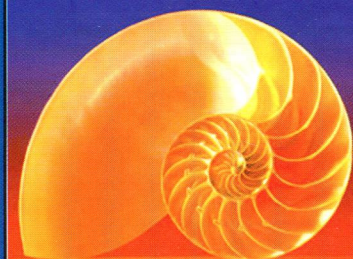


Университетский учебник

Ю. Н. Павловский
Н. В. Белотелов
Ю. И. Бродский

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

2-е издание



Прикладная математика
и информатика

УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК

Серия «Прикладная математика и информатика»

Ю. Н. ПАВЛОВСКИЙ, Н. В. БЕЛОТЕЛОВ, Ю. И. БРОДСКИЙ

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Допущено

*Научно-методическим советом по математике
Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальностям направления подготовки
«Прикладная математика и информатика»*

2-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2008

УДК 519.673(075.8)
ББК 221.1: 32.81я73
П121

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, проф. *В. Ф. Тишкин* (Институт математического моделирования РАН);
д-р физ.-мат. наук, проф. *И. Г. Поспелов* (Вычислительный центр им. А.А.Дородницына РАН)

Павловский Ю. Н.

П121 Имитационное моделирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 240 с. — (Университетский учебник. Сер. Прикладная математика и информатика).

ISBN 978-5-7695-5765-1

В учебном пособии представлены материалы по разработке имитационных математических моделей сложных явлений, процессов, систем по компьютерной реализации моделей и организации интерфейсов в процессе выполнения имитационных экспериментов с моделями. Дан анализ моделируемых процессов. Приведены примеры имитационных математических моделей, иллюстрирующие составляющие технологии имитационного моделирования.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезно аспирантам и научным работникам.

УДК 519.673(075.8)
ББК 22.1: 32.81я73

© Павловский Ю. Н., Белотелов Н. В., Бродский Ю. И., 2008
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2008
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2008

ISBN 978-5-7695-5765-1

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	7
Глава 1. Имитационные модели как динамические системы	15
1.1. Дискретные и непрерывные динамические системы	15
1.2. Примеры динамических моделей	19
1.3. Проблема определения начальных значений внутренних характеристик имитационных моделей	27
1.4. Наблюдаемость, реализация, декомпозиция динамических систем	33
Глава 2. Модели демографических процессов	50
2.1. Модель эволюции возрастной и половой структуры населения в регионе	51
2.1.1. Описание модели	51
2.1.2. Идентификация модели демографического процесса	55
2.1.3. Аналитическое исследование непрерывной модели демографического процесса	60
2.1.4. Исследование непрерывной модели демографического процесса	63
2.2. Имитационная модель эволюции возрастной структуры технических систем.	70
Глава 3. Системная динамика Дж. Форрестера	84
3.1. Концепция моделирования Дж. Форрестера	85
3.2. Введение в модель «мировая динамика» Дж. Форрестера	90
3.3. Мировая динамика Дж. Форрестера	95
3.4. Некоторые результаты исследования модели мировой динамики	104
Глава 4. Имитация при изучении случайных процессов	115
4.1. Случайные и детерминированные процессы	115
4.2. Случайные величины и их характеристики	116
4.3. Случайные процессы	120

4.4. Марковские случайные процессы	121
4.5. Имитация случайных процессов	123
4.6. Теория массового обслуживания	124
Глава 5. Инструментальные средства имитационного моделирования. Объектно-событийное моделирование сложных систем	131
5.1. Инструментальные средства имитационного моделирования	131
5.2. Объектно-событийное моделирование	134
5.3. Перспективы развития инструментальных систем имитационного моделирования	163
Глава 6. Проблемно-ориентированные интерактивные системы	168
6.1. Экспертные системы	168
6.2. Интерактивные оптимизационные системы	173
6.3. Проблемно-ориентированные имитационные интерактивные системы	179
Глава 7. Примеры системного анализа социально- экономических процессов с помощью имитационных моделей	187
7.1. Имитационная модель экономической динамики древнегреческих полисов в период Пелопоннесской войны 431 — 404 гг. до н. э.	187
7.1.1. Историческая справка	189
7.1.2. Описание модели	192
7.1.3. Некоторые результаты имитации	200
7.1.4. Причины Пелопоннесской войны	202
7.2. Имитационная модель развития взаимоотношений в системе государств	205
7.2.1. Описание модели	205
7.2.2. Описание имитационного эксперимента	209
7.2.3. Анализ межгосударственных отношений	212
7.3. Имитационная модель экологических, демографических, экономических процессов	215
7.3.1. Проблема устойчивого развития	215
7.3.2. Описание модели	217
7.3.3. Системный анализ проблемы устойчивого развития	224
Список литературы	231