

СОСТАВИТЕЛИ:

Ю.С. Харин - заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных, доктор физико-математических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси;

В.И.. Лобач, доцент кафедры математического моделирования и анализа данных Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

В.П. Кирлица - доцент кафедры математического моделирования и анализа данных, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

В.С. Муха, заведующий кафедрой информационных технологий автоматизированных систем Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой математического моделирования и анализа данных Белорусского государственного университета (протокол №2 от 02.09.2008 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

Научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

Научно-методическим советом по специальности 1-98 01 01 Компьютерная безопасность Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 1 от 11.03.2009 г.)

Ответственный за выпуск: Лобач В.И.

Пояснительная записка

Имитационное и статистическое моделирование представляют собой важнейшие виды компьютерного моделирования, которое является в настоящее время основой математического моделирования. Математическое моделирование - это процесс построения математической модели исследуемого объекта, системы. Сущность его состоит в том, что исходная исследуемая система заменяется её математической моделью, с которой потом экспериментируют при помощи компьютерных алгоритмов.

Основу для изучения дисциплины «Имитационное и статистическое моделирование» составляют базовые курсы «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Геометрия и алгебра», «Методы численного анализа». В свою очередь дисциплина «Имитационное и статистическое моделирование» является базовой при изучении дисциплин «Эконометрика», «Моделирование финансового рынка», «Математические модели микро- и макроэкономики» и других общих дисциплин, а также ряда дисциплин специализаций.

Цель дисциплины: ознакомить студентов с методами математического моделирования на ЭВМ, используемыми при решении сложных задач управления производством и технологическими процессами, анализа, оптимизации, проектирования систем и процессов в экономике и отраслях народного хозяйства.

Задача дисциплины: во-первых, обучить студентов методам статистического моделирования, результаты которого можно использовать для генерации данных, а также для вычисления интегралов, решения дифференциальных уравнений и других задач численного анализа методом Монте-Карло; во-вторых, изучить методы имитационного моделирования, которые применяются для анализа сложных систем различного вида; в-третьих, изучить специализированный язык моделирования GPSS (General Purpose Simulation System) для исследования сложных объектов, представленных как системы массового обслуживания.

При построении лекционного курса важно показать возможности имитационного и статистического моделирования к построению имитационных моделей сложных систем, а также к решению конкретных прикладных задач, для решения которых аналитические методы исследования являются неэффективными.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методы статистического моделирования;
- методы имитационного моделирования;
- метод Монте-Карло;

уметь:

- моделировать случайные величины с заданным законом распределения вероятностей;
- строить имитационные модели сложных систем;
- применять метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем линейных уравнений.

В соответствии с типовыми учебными планами специальностей 1-31 03 03 «Прикладная математика» (по направлениям), 1-31 03 04 «Информатика», 1-31 03 05 «Актуарная математика» и направлений специальностей 1-31 03 06-01 «Экономическая кибернетика (математические методы и компьютерное моделирование в экономике)», 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность» (математические методы и программные системы) учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 145 часов, в том числе 68 часов аудиторных занятий: лекции - 34 часа, лабораторные занятия - 34 часа.

Примерный тематический план

№	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
		Всего	В том числе	
			Лекции	Лабораторные занятия
	Раздел I. Имитационное моделирование			
1.	Введение	2	2	
2.	Математические модели сложных систем	2	2	
3.	Способы построения имитационных моделей	8	6	2
	Раздел II. Статистическое моделирование			
4.	Моделирование случайных элементов	20	12	8
	Раздел III. Метод Монте-Карло			
5.	Применения метода Монте-Карло в численном анализе	10	4	6
	Раздел IV. Статистическая обработка результатов моделирования			
6.	Статистические модели экспериментальных данных	4	4	
7.	Планирование имитационных экспериментов	2	2	
8.	Программное обеспечение имитационного и статистического моделирования	20	2	18
	Всего	68	34	34

Содержание

Раздел I. Имитационное моделирование

1. Введение

Предмет курса, история и перспективы развития методов математического моделирования. Актуальность и значимость проблем имитационного и статистического моделирования.

2. Математические модели сложных систем

Понятие сложной системы. Показатели эффективности функционирования сложных систем. Виды моделирования систем. Классификация математических моделей. Дискретные и непрерывные модели, детерминированные и стохастические модели. Агрегативные модели .

3. Способы построения имитационных моделей

Имитационное моделирование и условия его применения. Понятие о модельном времени. Способы построения имитационных моделей : событийный, транзактный, процессный, агрегатный . Этапы построения имитационной модели.

Раздел II. Статистическое моделирование

4. Моделирование случайных элементов

Принципы моделирования случайных элементов. Датчики случайных чисел: табличные, физические, программные и их свойства. Псевдослучайные числа. Моделирование на ЭВМ случайных событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Метод обратной функции и его применения. Метод исключения. Метод суперпозиции. Моделирование случайных векторов и случайных процессов. Моделирование случайных потоков. Контроль точности имитации.

Раздел III. Метод Монте-Карло

5. Применения метода Монте-Карло в численном анализе

Понятие вычислительного эксперимента. Метод Монте-Карло и его применения к приближенному вычислению интегралов. Методы понижения дисперсии при вычислении интегралов: выделение главной части, метод существенной выборки, метод расслоения выборки. Решение дифференциальных, интегральных и линейных алгебраических уравнений методом Монте-Карло.

Раздел IV. Статистическая обработка результатов моделирования

6. Статистические модели экспериментальных данных

Основные характеристики вероятностных распределений. Статистические методы оценки точности моделирования. Критерии «хи-квадрат» и Колмогорова. Методы статистического исследования зависимостей. Выявление эффектов воздействия.

7. Планирование имитационных экспериментов

Оптимальное планирование имитационных экспериментов. Цели и методы планирования экспериментов. Планирование регрессионных экспериментов, критерии оптимальности регрессионных планов. Информационная и дисперсионная матрица планов. Организация и планирование имитационных экспериментов.

8. Программное обеспечение имитационного и статистического моделирования

Специализированные языки моделирования сложных систем. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования. Пакеты моделирования дискретных систем GPSS/PC (General Purpose Simulation System) и др. : принципы функцио-

нирования, основные объекты, технология применения. Обзор современного состояния имитационного и статистического моделирования.

Литература

Основная

1. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем - М.: Высш. школа, 1985. - 133 с.
2. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем. - М.: Наука, 1978. - 399 с.
3. *Ермаков С.М., Михайлов Г.А.* Курс статистического моделирования. - М.: Наука, 1976.-296 с.
4. *Харин Ю.С., Степанова М.Д.* Практикум на ЭВМ по математической статистике. - Мн.: Университетское, 1987. - 303 с.
5. *Максимей И. В.* Имитационное моделирование на ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1988.-230 с.
6. *Ермаков С.М., Жиглявский А.А.* Математическая теория оптимального эксперимента. - М.: Наука, 1987. - 318 с.
7. *Харин Ю.С и др.* Основы имитационного и статистического моделирования. - Мн.: ДизайнПРО, 1997. - 288 с.
8. *Шрайбер Т.Д.* Моделирование на GPSS. - М.: Машиностроение, 1980. - 592 с.
9. *Поляк Ю.Г.* Вероятностное моделирование на ЭВМ. - М.: Сов. радио, 1971. - 400 с.
10. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. Курсовое проектирование. Учебное пособие для вузов. - М.: Высш. школа, 1988. - 133 с.
11. *Лобач В.И. и др.* Имитационное и статистическое моделирование. Практикум. -Мн.:БГУ, 2004.-189 с.

Дополнительная

12. *Бусленко В.Н.* Автоматизация имитационного исследования сложных систем. - М.: Наука, 1977.-239 с.
13. *Мановицкий В.К, Сурков Е.М.* Система имитационного моделирования дискретных процессов (ДИСМ). - Киев: Выща школа, 1981. - 95 с.
14. Имитационное моделирование производственных систем. - М.: Машиностроение, 1983. - 416 с.
15. *Нейлор Т.* Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. - М.: Мир, 1975. - 342 с.
16. *Бычков С.П., Храмов А.А.* Разработка моделей в системе моделирования GPSS. Уч. пособие. М.: МИФИ, 1997. - 32 с.
17. *Кельтон В.Д., Лоу А.М.* Имитационное моделирование. Классика. - Спб.: Санкт-Петербург, BHV, 2004.- 847 с.
18. *Боев В.Д.* Моделирование систем. Инструментальные средства. GPSS World. - Спб.: Санкт-Петербург, BHV, 2004.- 368 с.