

Г. М. Островский, Ю. М. Волин

---

# Технические системы в условиях неопределенности анализ гибкости и оптимизация

Учебное пособие

4-е издание, электронное

Допущено  
учебно-методическим объединением  
по образованию в области  
Прикладной математики и управления качеством  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению подготовки  
230400 «Прикладная математика»  
специальности 230401 «Прикладная математика»



Москва  
Лаборатория знаний  
2020

УДК 517  
ББК 22  
О-77

### **Островский Г. М.**

О-77 Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация : учебное пособие / Г. М. Островский, Ю. М. Волин. — 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 322 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-811-7

Рассматриваются методы оптимизации технических систем при использовании неточных математических моделей. Формулируются основные понятия теории гибкости, даются формулировки задач проектирования гибких оптимальных технических систем, описываются методы и алгоритмы решения сформулированных задач, работа алгоритмов иллюстрируется на модельных примерах. Каждая глава снабжена примерами.

Для студентов, преподавателей и научных работников в области прикладной математики, системного анализа и управления.

**УДК 517**  
**ББК 22**

**Деривативное издание на основе печатного аналога:**  
Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация : учебное пособие / Г. М. Островский, Ю. М. Волин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 319 с. : ил. — ISBN 978-5-94774-732-4.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

ISBN 978-5-00101-811-7

© Лаборатория знаний, 2015

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Элементы выпуклого анализа</b> .....	6
1.1. Выпуклые области, выпуклые функции и их свойства .....	6
1.2. Многогранник и его свойства .....	14
1.3. Упражнения .....	22
<b>Глава 2. Глобальная оптимизация</b> .....	23
2.1. Формулировка задачи .....	23
2.2. Метод ветвей и границ .....	25
2.3. Построение выпуклых нижних оценочных функций для некоторого класса функций .....	36
2.4. Конструирование выпуклых нижних оценочных функций для произвольных функций .....	51
2.5. Использование метода ветвей и границ для решения специальных задач .....	62
2.6. Метод ветвей и границ уменьшенной размерности ..	64
2.7. Метод линеаризации .....	68
2.8. Использование методов интервальной математики .....	70
2.9. Дискретно-непрерывное нелинейное программирование .....	76
2.10. Упражнения .....	83
<b>Глава 3. Формулировка задач оптимизации в условиях неопределенности</b> .....	85
3.1. Введение .....	85
3.2. Характеристика задач оптимизации в условиях неопределенности .....	86
3.3. Одноэтапная задача оптимизации .....	101
3.4. Двухэтапная задача оптимизации .....	108
3.5. Гибкость и стоимость исходной информации .....	150
Комментарии .....	152
3.6. Упражнения .....	156

<b>Глава 4. Вычисление функции гибкости</b> .....	159
4.1. Введение .....	159
4.2. Свойства функции гибкости .....	159
4.3. Метод перебора .....	166
4.4. Метод множеств активных ограничений .....	168
4.5. Метод смешанного дискретно-непрерывного нелинейного программирования .....	170
4.6. Метод ветвей и границ .....	172
4.7. Многоэкстремальность и теория гибкости .....	187
4.8. Вычисление индекса гибкости .....	191
Комментарии .....	191
4.9. Упражнения .....	191
<b>Глава 5. Методы решения задач оптимизации в условиях неопределенности</b> .....	194
5.1. Введение .....	194
5.2. Нижняя граница для ДЭЗО1 .....	195
5.3. Верхняя граница для ДЭЗО1 .....	198
5.4. Алгоритм внешней аппроксимации .....	203
5.5. Метод перебора .....	205
5.6. Метод разбиений и границ решения ДЭЗО1 .....	208
5.7. Метод разбиений и границ решения ДЭЗО2 .....	238
5.8. Метод разбиений и границ вычисления функции гибкости .....	255
Комментарии .....	266
5.9. Упражнения .....	266
<b>Глава 6. Многокритериальная оптимизация технических систем</b> .....	268
6.1. Введение .....	268
6.2. Множество Парето .....	269
6.3. Стратегия решения .....	271
6.4. Использование множества Парето для принятия решения .....	275
6.5. Многокритериальная оптимизация в условиях неопределенности .....	279
6.6. Вычислительный эксперимент .....	295
6.7. Упражнение .....	298
<b>Приложения</b> .....	299
П.1. Дополнительные математические сведения .....	299
П.2. Алгоритм внешней аппроксимации .....	306
П.3. Решение многопериодной задачи специального вида .....	309
<b>Литература</b> .....	311