

УДК 681.5:683.3(075.8)  
ББК 14.2.6  
Д302

Рецензенты: *Е.Д. Панин, В.А. Шахнов*

**Деменков Н.П.**  
Д302      Вычислительные аспекты решения задач оптимального управления: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 171 с. ил.

ISBN 978-5-7038-2991-2

Изложены вычислительные проблемы решения задач оптимального управления и показаны пути их решения.

Для студентов, изучающих курсы «Оптимальное управление детерминированными процессами», «Управление в технических системах», «Алгоритмическое и программное обеспечение систем управления». Настоящее издание будет полезным также для широкого круга научных работников, инженеров, аспирантов и студентов старших курсов технических университетов.

Ил. 32. Табл. 9. Библиогр. 18 назв.

**УДК 681.5:683.3(075.8)**  
**ББК 14.2.6**

ISBN 978-5-7038-2991-2

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. Проблемы построения оптимальных систем управления .....	6
1.1. Основные особенности прикладных задач оптимального управления .....	6
1.2. Критерии оптимальности .....	10
1.3. Ограничения и граничные условия .....	13
1.4. Постановка задачи оптимального управления .....	14
1.5. Методы решения задач оптимального управления .....	15
1.5.1. Классическое вариационное исчисление .....	17
1.5.2. Принцип максимума .....	19
1.5.3. Метод динамического программирования .....	21
1.5.4. Методы математического программирования .....	24
1.6. Разработка эффективных вычислительных алгоритмов оптимизации .....	24
Глава 2. Методы решения краевых задач .....	25
2.1. Редукция к задаче отыскания корней трансцендентной функции .....	25
2.1.1. Метод Ньютона .....	27
2.1.2. Метод сопряженных градиентов .....	32
2.2. Перенос граничных условий .....	33
2.2.1. Перенос линейных краевых условий .....	36
2.2.2. Метод прогонки, не чувствительный к быстрорастущим решениям сопряженной системы .....	40
2.2.3. Решение нелинейных краевых задач .....	49
2.3. Использование процедуры решения задач со свободным концом .....	53
2.3.1. Задача Майера для линейной системы .....	53
2.3.2. Использование сопряженного уравнения .....	57
2.3.3. Обеспечение устойчивости счета .....	63
2.3.4. Метод последовательных приближений .....	65
2.3.5. Понижение порядка исходной задачи .....	68
Глава 3. Вычислительные процедуры динамического программирования .....	75
3.1. Процедуры динамического программирования для дискретных систем .....	75
3.1.1. Табличный способ оптимизации .....	80

3.1.2. Синтез оптимального регулятора .....	85
3.1.3. Оптимизация статических задач .....	89
3.1.4. Структура решения задач динамического программирования .....	94
3.2. Процедуры динамического программирования для непрерывных систем .....	95
3.2.1. Уравнение Гамильтона–Якоби–Беллмана в частных производных .....	95
3.2.2. Динамическое программирование и классическое вариационное исчисление .....	99
3.2.3. Пример синтеза оптимальной стратегии .....	103
3.2.4. Аналитическое конструирование регуляторов .....	106
Глава 4. Специфические задачи оптимального управления .....	113
4.1. Особые задачи оптимального управления .....	113
4.2. Вырожденные задачи оптимального управления .....	116
4.3. Соседние экстремали и вторая вариация .....	129
4.3.1. Оптимальный закон управления по соседним траекториям .....	134
4.3.2. Достаточные условия локального минимума .....	138
Глава 5. Программный комплекс для решения задач оптимального управления .....	146
5.1. Система управления скоростью дисковых ножниц .....	147
5.2. Задача вывода космического аппарата на орбиту .....	150
5.3. Задача спуска космического аппарата в атмосфере Марса .....	153
5.4. Задача максимизации дальности полета .....	155
5.5. Задача набора высоты .....	159
5.6. Задача распределения ресурсов .....	160
5.7. Задача трассировки .....	163
Приложение. Список рефератов по оптимальному управлению динамическими процессами .....	164
Список литературы .....	167