

УДК 517.977:519.71(075)

ББК 22.18я73

В31

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор В. М. Корчанов (НПО «Аврора»),
д-р техн. наук, профессор М. В. Ульянов (ИПУ РАН)

Рекомендовано в печать

*Учебно-методической комиссией факультета ПМ–ПУ
Санкт-Петербургского государственного университета*

Веремей Е. И.

В31 Среднеквадратичная многоцелевая оптимизация: учеб.
пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2016. — 408 с.
ISBN 978-5-288-05662-8

В учебном пособии рассматривается совокупность вопросов, относящихся к проблеме анализа и синтеза математических моделей оптимальных управляющих устройств для динамических объектов, функционирующих в условиях воздействия случайных возмущений и характеризующихся величиной среднеквадратичного функционала. Целью учебного пособия является формирование у обучающихся устойчивых навыков построения алгоритмического и программного обеспечения, предназначенного для реализации соответствующего математического аппарата с использованием современных информационных и компьютерных технологий.

Издание рекомендовано для студентов программ бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика» и магистратуры по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Представляет значительный интерес для специалистов в области управления подвижными объектами.

ББК 22.18я73

ISBN 978-5-288-05662-8

© Санкт-Петербургский
государственный
университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. МНОГОЦЕЛЕВОЙ СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫЙ СИНТЕЗ И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗУЕМОСТИ.....	10
1.1. Алгоритмы среднеквадратичного синтеза и их реализуемость.....	11
1.2. Проблема реализуемости оптимальных регуляторов	23
1.3. Библиографическая справка	27
Глава 2. СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫЙ СИНТЕЗ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ	36
2.1. Общая постановка проблемы среднеквадратичной оптимизации	37
2.2. Поиск оптимальной варьируемой функции в задаче синтеза со скалярным возмущением.....	43
2.3. Передаточные матрицы оптимальной замкнутой системы и оптимального регулятора	50
2.4. Расчётные алгоритмы для частных вариантов задачи среднеквадратичного синтеза	61
Глава 3. СИНТЕЗ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ	76
3.1. Постановка задачи, ее особенности и схемы расчетных алгоритмов решения	77
3.2. Задача синтеза со скалярным возмущением в условиях неполной информации	86
3.3. Условия достижимости глобального минимума среднеквадратичного функционала	94
Глава 4. СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. ЗАДАЧА СО СКАЛЯРНЫМ ВОЗМУЩЕНИЕМ	106
4.1. Оценки степеней оптимальных передаточных матриц в задачах синтеза с единственным решением.....	107
4.2. Структурные особенности решения задачи со скалярным возмущением	117
4.3. Схема автоматизированного синтеза для задачи со скалярным возмущением.....	127
Глава 5. ОЦЕНКИ МИНИМУМА ФУНКЦИОНАЛА ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО СИНТЕЗА	136
5.1. Общая схема подхода к построению оценок	137
5.2. Абсолютный минимум функционала. Синтез при гармонических возмущениях	141
5.3. Гарантирующее управление при неопределенности спектра возмущения	155
5.4. Среднеквадратичный синтез при алгоритмическом задании спектральной плотности	168

Глава 6. ВОПРОСЫ ПРЕДЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ	186
6.1. Точность и интенсивность управления в оптимальной замкнутой системе	187
6.2. Предельное поведение оптимальных систем при условии $c_0 \rightarrow \infty$	190
6.3. Предельное поведение оптимальных систем при условии $c_0 \rightarrow 0$	194
6.4. Обобщение результатов построения предельных оценок оптимизации	204
Глава 7. МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ НЕСТАЦИОНАРНОГО СИНТЕЗА.....	213
7.1. Модальная параметрическая оптимизация нестационарных режимов движения.....	214
7.2. Обеспечение заданной степени устойчивости регуляторами неполной структуры.....	229
7.3. Об одном подходе к стабилизации нестационарного объекта.....	239
Глава 8. СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫЙ СИНТЕЗ С ЛОКАЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ	252
8.1. Среднеквадратичный синтез при наличии ограничений на степень устойчивости.....	253
8.2. Учет требований к динамическим показателям нестационарных режимов.....	260
8.3. Синтез устойчиво реализуемых и физически реализуемых регуляторов.....	268
Глава 9. МНОГОЦЕЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОРСКИМИ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ.....	286
9.1. Уравнения динамики морских подвижных объектов.....	287
9.2. Режимы управления и комплекс динамических характеристик.....	298
9.3. Основные способы многоцелевого управления движением МПО	306
9.4. Многоцелевое управление МПО с аддитивно варьируемой обратной связью	323
Глава 10. СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КУРСОМ С УЧЕТОМ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ	338
10.1. Математические модели процессов управления курсом морских судов	339
10.2. Многоцелевая структура законов управления движением в горизонтальной плоскости.....	353
10.3. Задачи о выборе варьируемых элементов многоцелевой структуры АОС	359
10.4. Динамическая коррекция управления в структуре АОС для регулярного волнения.....	375
10.5. Пример настройки основных элементов структуры АОС для морского судна.....	383
Заключение	391
Литература.....	394