

Т.Б. Никитина

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ
РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ
МНОГОМАССОВЫМИ СИСТЕМАМИ**



Министерство образования и науки Украины
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т.Б. Никитина

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ
РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ
МНОГОМАССОВЫМИ СИСТЕМАМИ**

Монография

Харьков
ХНАДУ
2013

УДК 685.513.685
ББК 32.965:34.621:36.275
Н 62

*Рекомендовано к изданию Ученым советом Харьковского национального
автомобильно-дорожного университета (протокол № 4 от 26.12.12 г.)*

Рецензенты: *Е.А. Изуменцев*, д-р техн. наук, профессор,
(Инженерно-педагогическая академия);
С.В. Епифанов, д-р техн. наук, профессор
(Национальный аэрокосмический университет имени М.Е. Жуковского «ХАИ»);
В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, профессор
Национальный технический университет «ХПИ»

Н 62 **Никитина Т.Б.** Многокритериальный синтез робастного управления много-
массовыми системами: монография / Т.Б. Никитина. – Харьков : ХНАДУ, 2013. – 432 с.

ISBN 978-966-303-459-1

Монография посвящена многокритериальному синтезу робастного управления многомассовыми системами автоматического управления на основе математических моделей и методов векторной оптимизации показателей качества.

Сформулирована задача многокритериального синтеза нелинейного робастного управления многомассовыми системами и показана возможность ее решения на основе концепции функционально множественной принадлежности вектора состояния, что позволяет удовлетворить разнообразным требованиям, которые предъявляются к работе многомассовых систем в различных режимах. Показана эквивалентность решения задачи синтеза нелинейного робастного управления на основании концепции функционально множественной принадлежности вектору состояния путем решения уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана-Айзекса. Обоснован и разработан метод выбора весовых матриц в критериях качества оптимального управления и матриц, с помощью которых формируется вектор оптимизируемых параметров при робастном управлении путем решения задачи нелинейного программирования, что позволяет удовлетворить требования, которые предъявляются к синтезированной системе.

Для научных и инженерно-технических работников, аспирантов, студентов.

УДК 685.513.685
ББК 32.965:34.621:36.275

ISBN 978-966-303-459-1

© Никитина Т.Б., 2013
© ХНАДУ, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОМАССОВЫМИ ОБЪЕКТАМИ	5
1.1. Многомассовые объекты управления.....	5
1.2. Современное состояние методов управления многомассовыми системами	22
1.3. Требования, предъявляемые к системам управления	28
ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МНОГОМАССОВЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ	31
2.1. Математическая модель индивидуальных приводов прокатных валков с синхронными двигателями и с учетом их взаимного влияния через прокатываемый металл	31
2.2. Математические модели двухканальных систем с раздельной нагрузкой	43
2.3. Математические модели обмоточных машин	70
2.4. Математические модели трехопорных управляемых платформ	82
2.5. Математические модели дискретно-континуальных объектов управления	90
2.6. Математические модели внешних воздействий многомассовых систем	102
ГЛАВА 3. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОМАССОВЫМИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	111
3.1. Обоснование возможности многокритериального синтеза оптимального непрерывного управления многомассовыми электромеханическими системами.....	111
3.2. Многокритериальный синтез приближенно-оптимального непрерывного управления многомассовыми системами с аналитическими нелинейностями	123
3.3. Многокритериальный последовательный синтез многомассовых систем с итеративной структурой и с аналитическими нелинейностями	139
3.4. Многокритериальный синтез приближенно оптимального цифрового управления многомассовыми системами с аналитическими нелинейностями	148

3.5. Многокритериальный последовательный синтез цифрового управления многомассовыми системами с итеративной структурой и с аналитическими нелинейностями	158
3.6. Ограничение управления и переменных состояния многомассовых систем при управлении по вектору состояния	175

ГЛАВА 4. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОМАССОВЫМИ СИСТЕМАМИ..... 186

4.1. Обоснование возможности многокритериального синтеза нелинейного робастного управления многомассовыми системами	186
4.2. Многокритериальный синтез нелинейного робастного управления при неполном векторе состояния.....	206
4.3. Многокритериальный синтез приближенного нелинейного робастного управления для систем с аналитическими нелинейностями.....	233
4.4. Многокритериальный синтез цифрового робастного управления многомассовыми системами.....	252
4.5. Многокритериальный синтез робастных систем управления при случайных внешних воздействиях	273

ГЛАВА 5. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОМАССОВЫМИ СИСТЕМАМИ..... 288

5.1. Многокритериальный параметрический синтез нелинейного робастного управления	288
5.2. Многокритериальный параметрический синтез цифрового робастного управления многомассовыми системами	320
5.3. Формирование нелинейной схемы компромисса при многокритериальном синтезе многомассовых систем	325
5.4. Алгоритмы нелинейного программирования для решения задач многокритериального синтеза нелинейного робастного управления	331
5.5. Результаты решения задач многокритериального параметрического синтеза робастного управления многомассовыми системами	343

ГЛАВА 6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ..... 360

6.1. Разработка исследовательского стенда двухмассовой электромеханической системы	360
6.2. Экспериментальное исследование динамических характеристик стенда двухмассовой электромеханической системы	366

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 380



Никитина Татьяна Борисовна

доктор технических наук,
заведующая кафедрой общетехнических дисциплин
Харьковского национального автомобильно-дорожного
университета

Наукове видання

НІКІТІНА Тетяна Борисівна

**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ
СИНТЕЗ РОБАСТНОГО КЕРУВАННЯ
БАГАТОМАСОВИМИ СИСТЕМАМИ**

Монографія

(російською мовою)

Відповідальний за випуск *Т.А. Шмоніна*

В авторській редакції

ВИДАВНИЦТВО

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
Видавництво ХНАДУ, 61002, Харків-МСП, вул. Петровського, 25.
Тел./факс: (057) 700-38-64; 707-37-03, e-mail: rio@khadi.kharkov.ua

Свідомство Державного комітету інформаційної політики, телебачення
та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції, серія № ДК №897 від 17.04 2002 р.

Підписано до друку 11.03.2013 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman Cyr. Віддруковано на ризографі.

Умови друк. арк. 27,0. Обл.-вид арк. 19,63.

Замовлення № 11/03/13. Наклад 300 прим. Ціна договірна.

Віддруковано ФОН Полос О.С.

Свідомство В00 № 934353 видане Виконавчим комітетом
Харківської міської ради 01.04.2005 р.