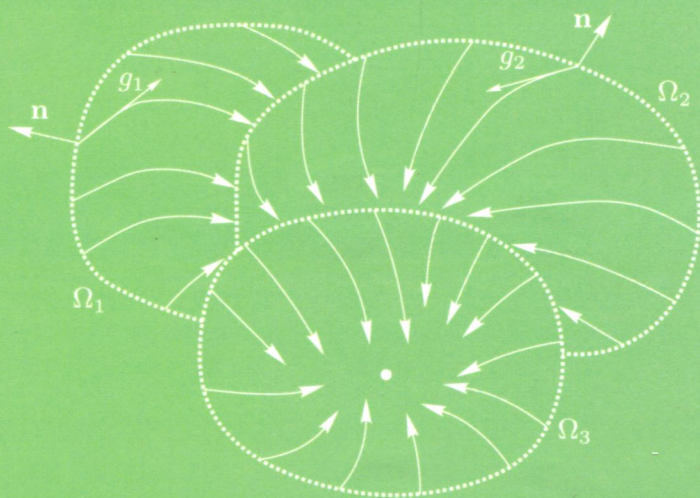


А. Брессан, Б. Пикколи

ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ УПРАВЛЕНИЯ



А. Брессан, Б. Пикколи

ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ УПРАВЛЕНИЯ

Перевод с английского В. В. Шуликовской

Под научной редакцией Ю. Л. Сачкова



Москва ♦ Ижевск

2016

УДК 519.7
ББК 22.161.8
Б877

Интернет-магазин

MATHESIS

<http://shop.rcd.ru>

- физика
 - математика
 - биология
 - робототехника
 - нефтегазовые технологии
-

Брессан А., Пикколи Б.

Б877 Введение в математическую теорию управления. — М.–Ижевск :
Институт компьютерных исследований, 2016. — 386 с.

ISBN 978-5-4344-0377-1

Книга известных математиков А. Брессана и Б. Пикколи посвящена введению в математическую теорию управления.

Книга написана на современном уровне, удачно сочетает математическую строгость с нацеленностью на приложения теории управления. Изложение начинается с базовых понятий дифференциальных уравнений, включает как классические темы (управляемость, стабилизируемость, существование оптимальных управлений, необходимые и достаточные условия оптимальности), так и более новые результаты (вязкостные решения уравнений Гамильтона–Якоби, лоскутные обратные связи, импульсные управляемые системы).

Каждая из 10 глав завершается задачами для самостоятельного решения. Книга снабжена основательным приложением, что делает изложение достаточно замкнутым.

Будет полезна как для студентов и аспирантов физико-математических и инженерных специальностей, так и для научных работников, желающих познакомиться с основными методами математической теории управления.

ББК 22.161.8

УДК 519.7

ISBN 978-5-4344-0377-1

© А. Брессан, Б. Пикколи, 2016

© Институт компьютерных исследований, 2016

Оглавление

Предисловие	8
ГЛАВА 1. Введение	12
ГЛАВА 2. Сведения из теории дифференциальных уравнений . .	26
2.1. Фундаментальная теория	27
2.2. Линейные системы	36
2.3. Дифференцируемость по начальным данным	42
2.4. Теорема трансверсальности	47
Задачи	49
ГЛАВА 3. Управляемые системы	52
3.1. Эквивалентное дифференциальное включение	53
3.2. Фундаментальные свойства траекторий	55
3.3. Замыкание	63
3.4. Плотность	67
3.5. Множества достижимости	72
3.6. Линейные системы	78
3.7. Локальная управляемость нелинейных систем	83
3.8. Скобки Ли и управляемость	85
3.9. Ослабленные управления	90
3.10. Релейная теорема	92
Задачи	95
ГЛАВА 4. Асимптотическая стабилизация	100
4.1. Устойчивость по Ляпунову	101
4.2. Стабилизация линейных управляемых систем	105
4.3. Стабилизация нелинейных систем	110
Задачи	113
ГЛАВА 5. Существование оптимальных управлений	116
5.1. Задача Майера	116

5.2. Задача Больца	124
Задачи	126
ГЛАВА 6. Необходимые условия	131
6.1. Задача Майера со свободной конечной точкой	132
6.2. Вычисление оптимальных управлений	137
6.3. Задача Майера с терминальными ограничениями	144
6.4. Свободное конечное время	151
6.5. Задача Больца	155
6.6. Линейно-квадратичное оптимальное управление	163
Задачи	164
ГЛАВА 7. Достаточные условия	171
7.1. Существование + ПМП	172
7.2. Выпуклость + ПМП	174
7.3. Динамическое программирование	176
7.4. Взаимосвязь ПМП и уравнения в частных производных динамического программирования	189
7.5. Линейно-квадратичный случай	192
7.6. Оптимальные синтезы	197
Задачи	207
ГЛАВА 8. Вязкостные решения уравнений Гамильтона–Якоби	210
8.1. Метод характеристик	211
8.2. Односторонние дифференциалы	216
8.3. Вязкостные решения	221
8.4. Свойства устойчивости	223
8.5. Теоремы сравнения	226
8.6. Возвращение к динамическому программированию	235
8.7. Уравнение Гамильтона–Якоби–Беллмана	240
8.8. Задача с бесконечным горизонтом	244
Задачи	250
ГЛАВА 9. Лоскутные обратные связи	252
9.1. Лоскутные векторные поля	255
9.2. Асимптотическая стабилизация с обратной связью	261
9.3. Робастность	267
9.4. Почти оптимальные лоскутные обратные связи	277
Задачи	289

ГЛАВА 10. Импульсные управляемые системы	292
10.1. Механические системы, управляемые посредством подвижных связей	294
10.2. Обобщенные траектории для коммутирующих векторных полей	302
10.3. Некоммутативный случай: пополнение графика	310
10.4. Системы с квадратичными импульсами	315
10.5. Задачи оптимизации для коммутативных импульсных систем	322
Задачи	323
ПРИЛОЖЕНИЕ А.	327
А.1. Нормированные пространства	327
А.2. Теорема Банаха о сжимающем отображении	329
А.3. Теорема Брауэра о неподвижной точке	331
А.4. Теорема компактности	339
А.5. Обзор теории меры Лебега	341
А.6. Дифференцируемость липшицевых функций	345
А.7. Мультифункции	348
А.8. Выпуклые множества	352
А.9. Выпуклые конусы	358
А.10. Скобки Ли и теорема Фробениуса	365
Задачи	372
Литература	377
Предметный указатель	383