

УДК 531.3
ББК 22.236.37
Л 424

Интернет-магазин
MATHESIS

<http://shop.rcd.ru>

- физика
- математика
- биология
- нефтегазовые технологии

Ляйне Р. И., ван де Вау Н.

Устойчивость и конвергенция механических систем с односторонними связями. — М. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. — 292 с.

Данная монография посвящена относительно молодой и стремительно развивающейся области динамики — негладким динамическим системам. Значительное внимание уделено описанию математического аппарата, позволяющего обобщить на негладкие системы классические качественные понятия устойчивости и конвергенции: многозначным функциям, субдифференциалам, дифференциальным включениям в пространстве мер. Подробно обсуждается применение описанных методов и полученных результатов к механическим системам с односторонними связями, ударами и трением. Большое количество примеров иллюстрирует как возможности представленной теории, так и открытые проблемы.

Книга будет интересна инженерам и научным сотрудникам, работающим в области негладкой динамики механики, а также аспирантам и студентам физико-математических и технических специальностей.

ISBN 978-5-4344-0029-9

ББК 22.236.37

Translation from the English language edition:

Stability and Convergence of Mechanical Systems with Unilateral Constraints
by Remco Leine & Nathan van de Wouw

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008

Springer is a part of Springer Science + Business Media

All rights are reserved.

© Перевод на русский язык:

Ижевский институт компьютерных исследований, 2011

<http://ics.org.ru>

Оглавление

Предисловие	xi
Обозначения	xiii
ГЛАВА 1. Введение	1
1.1. Мотивы для написания монографии	1
1.2. Исторические заметки по теории устойчивости	3
1.3. Негладкие динамические системы	10
1.4. Устойчивость и конвергенция	14
1.5. Обзор литературы	16
1.6. Предмет и цель	22
1.7. План изложения	23
ГЛАВА 2. Негладкий анализ	25
2.1. Множества	25
2.2. Функции и непрерывность	26
2.3. Обобщенные производные	32
2.4. Многозначные функции	34
2.5. Определения из выпуклого анализа	39
2.6. Субпроизводная	47
2.7. Заключение	48
ГЛАВА 3. Теория меры и интегрирования	50
3.1. Меры	51
3.2. Интеграл Лебега	52
3.3. Знакопеременные меры	54
3.4. Меры как линейные функционалы	58
3.5. Дифференциальные меры	61
3.6. Дифференциальная мера билинейной формы	66
3.7. Заключение	67

ГЛАВА 4. Негладкие динамические системы	69
4.1. Дифференциальные уравнения	69
4.2. Дифференциальные включения	70
4.3. Дифференциальные включения для мер	79
4.4. Заключение	90
ГЛАВА 5. Механические системы с многозначными силами	91
5.1. Теория негладкого потенциала	91
5.2. Геометрия контакта	95
5.3. Законы для сил в отношении фрикционного одностороннего контакта	97
5.3.1. Закон контактного взаимодействия Синьорини	98
5.3.2. Закон трения Кулона	99
5.3.3. Закон Кулона – Контенсу	104
5.3.4. Трение качения	108
5.3.5. Законы соударения	112
5.4. Уравнения Ньютона – Эйлера для мер	115
5.5. Заключение	124
ГЛАВА 6. Теория устойчивости Ляпунова для дифференциальных включений в пространстве мер	125
6.1. Предварительные математические понятия	126
6.2. Инвариантные и предельные множества	131
6.3. Определения свойств устойчивости для автономных систем . .	138
6.4. Определения свойств устойчивости неавтономных систем . .	142
6.4.1. Дифференциальные включения	142
6.4.2. Дифференциальные включения для мер	143
6.5. Основные теоремы Ляпунова для автономных систем	146
6.5.1. Устойчивость по Ляпунову точек равновесия	146
6.5.2. Устойчивость по Ляпунову множеств равновесия	160
6.5.3. Устойчивость и максимальная монотонность	165
6.6. Принцип инвариантности Ла-Салля	169
6.7. Неустойчивость	173
6.8. Заключение	178
ГЛАВА 7. Свойства устойчивости в механических системах	179
7.1. Полная механическая энергия	179
7.2. Результаты об устойчивости механических систем	190
7.3. Притяжение множеств равновесия	197
7.3.1. Системы с фрикционными односторонними связями . .	197

7.3.2.	Системы с фрикционными двусторонними связями . . .	203
7.4.	Неустойчивость состояний равновесия и их множеств	206
7.5.	Примеры	210
7.5.1.	Падающий блок	210
7.5.2.	Качающийся брусок	212
7.5.3.	Стесненный стержень	217
7.6.	Заключение	224
ГЛАВА 8.	Свойства конвергенции монотонных дифференциаль-	
	ных включений для мер	225
8.1.	Системы с конвергенцией	225
8.2.	Конвергенция максимально монотонных систем	227
8.2.1.	Максимально монотонные системы	228
8.2.2.	Существование компактного положительно инвари-	
	антного множества	229
8.2.3.	Условия конвергенции	233
8.3.	Следящее управление в системах типа Лурье	235
8.4.	Иллюстративные примеры	239
8.4.1.	Односторонние сцепки	239
8.4.2.	Следящее управление с многозначным трением	242
8.4.3.	Следящее управление на основе импульсного входно-	
	го сигнала	247
8.5.	Заключение	251
ГЛАВА 9.	Заключительные замечания	256
Литература		259