

---

# Оглавление

---

Предисловие .....	8
Введение .....	10
Список обозначений и сокращений .....	15

## Часть I

### Задачи и методы исследования устойчивого и асимптотического движения механических систем

<b>Глава 1. Оценки устойчивости движения механических систем ...</b>	<b>17</b>
1.1. Теоремы о дифференциальных неравенствах .....	19
1.2. Теоремы об устойчивости движения .....	26
1.3. Оценки устойчивости движения .....	31
1.4. Оценки погрешностей приближенных решений .....	38
<b>Глава 2. Устойчивость стационарных движений механических систем .....</b>	<b>50</b>
2.1. Устойчивость стационарных движений голономных систем .....	51
2.2. Обращение теоремы Рауса .....	63
2.3. Воздействие возмущающих сил .....	69
2.4. Устойчивость стационарных движений неголономных систем .....	78
<b>Глава 3. Устойчивость нестационарных и неавтономных механических систем .....</b>	<b>85</b>
3.1. Об устойчивости равновесия одного класса нестационарных систем ..	87
3.2. Устойчивость неавтономных систем при действии потенциальных и диссипативных сил .....	92
3.3. Устойчивость положения равновесия неавтономных механических систем .....	105
3.4. Некоторые дополнения и обобщения .....	116

<b>Глава 4. Асимптотические методы .....</b>	<b>122</b>
4.1. Асимптотические разложения решений дифференциальных уравнений .....	123
4.2. Асимптотические методы теории возмущений .....	135
4.3. Асимптотические методы оптимального управления .....	148

## Часть II

### Устойчивость динамических систем с параметрами: оценки, критерии, алгоритмы

<b>Глава 5. Робастные конечно-сходящиеся алгоритмы оценивания в задаче приведения динамических систем в устойчивое состояние .....</b>	<b>156</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

5.1. Нелинейные динамические системы. Задача обеспечения их устойчи- чивости .....	158
5.2. Квазилинейные системы и обеспечение их устойчивости .....	167
5.3. Устойчивость динамических систем в условиях действия возмущений .....	178
5.4. Оптимальное приведение динамических систем в устойчивое состоя- ние .....	184

<b>Глава 6. Некоторые задачи обеспечения условной устойчивости механических систем .....</b>	<b>188</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

6.1. Условные задачи голономной устойчивости .....	190
6.2. Условные задачи оптимальной голономной устойчивости .....	200
6.3. Условные задачи неголономной устойчивости .....	210
6.4. Гамильтоновы системы. Условные задачи устойчивости .....	217

<b>Глава 7. Оптимальная устойчивость в задаче параметрического синтеза распределенных систем .....</b>	<b>227</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

7.1. Оптимальная устойчивость в системах с распределенными парамет- рами .....	228
7.2. Оптимальная устойчивость нестационарного температурного про- цесса .....	239
7.3. Оптимальная устойчивость магнитогидродинамических процессов ..	247
7.4. Обобщенные модели систем, описываемых параболическими и гипер- болическими уравнениями .....	253

<b>Глава 8. Обеспечение устойчивости стохастических систем регулированием их параметров .....</b>	<b>261</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

8.1. Стохастическая устойчивость липшицевых динамических систем, воз- мущенных белым шумом .....	262
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

8.2. Стохастическая устойчивость нелипшицевых динамических систем. Асимптотический анализ .....	274
8.3. Стохастическая устойчивость в задаче оптимального параметрического синтеза .....	290
8.4. Оптимальная устойчивость на ограниченном промежутке времени ...	294

## Часть III

### Вариационные методы и асимптотический анализ

#### Глава 9. Вариационные асимптотические приближения ..... 300

9.1. Введение. Основные понятия .....	301
9.2. Высшие вариации интегрального функционала .....	307
9.3. Уравнение Якоби .....	313
9.4. Асимптотические приближения и оценки .....	315

#### Глава 10. Стационарность и минимальность вариационных интегральных принципов механики (голономный случай) .... 320

10.1. Вариационные интегральные принципы механики .....	321
10.2. Сопряженный кинетический фокус .....	330
10.3. Критерий минимальности интегральных принципов .....	336
10.4. Теория возмущений .....	344

#### Глава 11. Стационарность и минимальность вариационных интегральных принципов механики (неголономный случай) .. 350

11.1. Принцип Гамильтона-Остроградского в неголономной механике ... 351
11.2. Принцип Эйлера-Лагранжа в неголономной механике ..... 361
11.3. Преобразование интеграла действия для неголономной задачи к вспомогательному интегралу действия для голономной задачи ..... 366

#### Глава 12. Задачи оптимального адаптивного управления и их приближенные асимптотические решения ..... 373

12.1. Вариационная постановка задачи адаптивного оптимального управления .....	374
12.2. Беллмановская оптимизация и адаптивный субоптимальный синтез ..... 380	
12.3. Адаптивная субоптимальная задача с квадратичным функционалом качества .....	385
12.4. Асимптотическое оценивание в задаче субоптимального управления .....	390

## Часть IV

### Приложение: элементы теории и сопутствующий справочный материал

<b>Приложение 1. Устойчивость решений дифференциальных уравнений .....</b>	<b>397</b>
П1.1. Основные понятия теории устойчивости .....	400
П1.1.1. Основные определения .....	400
П1.1.2. Общие свойства решений системы линейных ДУ .....	403
П1.1.3. Лемма Гронуолла–Беллмана .....	407
П1.2. Теоремы об устойчивости систем линейных дифференциальных уравнений .....	409
П1.3. Некоторые критерии устойчивости .....	419
П1.3.1. Критерий Гурвица .....	419
П1.3.2. Критерий Михайлова .....	423
П1.3.3. Критерий Рауса .....	425
П1.4. Устойчивость решений нелинейных дифференциальных уравнений .	430
<b>Приложение 2. Методы Ляпунова в теории устойчивости движения .....</b>	<b>437</b>
П2.1. Первый метод Ляпунова .....	438
П2.1.1. Характеристические показатели. Основные определения ...	439
П2.1.2. Спектр и нормальные фундаментальные системы .....	441
П2.1.3. Приводимые и правильные системы .....	444
П2.1.4. Треугольная линейная система .....	447
П2.2. Первый метод Ляпунова (продолжение) .....	448
П2.3. Второй (прямой) метод Ляпунова .....	458
П2.4. Второй метод Ляпунова (продолжение) .....	467
<b>Приложение 3. Устойчивость систем автоматического управления .....</b>	<b>474</b>
П3.1. Абсолютная устойчивость .....	475
П3.1.1. Основные понятия и определения .....	475
П3.1.2. Квадратичный критерий .....	479
П3.1.3. Круговой критерий .....	480
П3.1.4. Критерий Попова .....	482
П3.2. Стабилизация управляемых движений .....	484
П3.2.1. Управляемость и наблюдаемость .....	484
П3.2.2. Стабилизуемость .....	487
П3.2.3. Стабилизуемость и уравнение Лурье–Риккати .....	490
П3.3. Устойчивость и оптимальность процессов управления .....	493
П3.3.1. Задачи о стабилизации и об оптимальной стабилизации ....	493

П3.3.2. Оптимальная стабилизация и второй метод Ляпунова .....	495
П3.4. Синтез стабилизирующих адаптивных управлений .....	501
П3.4.1. Синтез стабилизирующих регуляторов .....	501
П3.4.2. Алгоритм идентификационной настройки параметров .....	503
П3.4.3. Алгоритм прямой настройки коэффициентов регулятора ...	505
<b>Приложение 4. Специальные вопросы теории устойчивости .....</b>	<b>507</b>
П4.1. Устойчивость движения механических систем .....	508
П4.1.1. Движения .....	508
П4.1.2. Теорема Лагранжа и ее обращение .....	510
П4.1.3. Влияние диссипативных и гироскопических сил .....	514
П4.2. Устойчивость систем с распределенными параметрами .....	516
П4.2.1. Основные понятия и определения .....	516
П4.2.2. Устойчивость решений квазилинейных систем .....	520
П4.3. Устойчивость решений ДУ в банаховом пространстве .....	523
П4.3.1. Банахово пространство. ДУ в банаховом пространстве ....	524
П4.3.2. Устойчивость решений нелинейных уравнений .....	529
П4.4. Устойчивость стохастических систем .....	533
П4.4.1. Устойчивость .....	533
П4.4.2. Устойчивость систем стохастических уравнений .....	536
<b>Задачи и упражнения .....</b>	<b>540</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>555</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>586</b>