

Оглавление

Предисловие	8
Введение	10
Список обозначений и сокращений	15
Часть I	
Задачи и методы адаптивного управления механическими системами	
Глава 1. Адаптивная стабилизация механических систем на основе метода рекуррентных целевых неравенств	17
1.1. Общая постановка задачи адаптивного управления механическими системами	19
1.2. Задача о приведении системы в конечное состояние	27
1.3. Конечно-сходящийся алгоритм адаптации с кусочно-постоянным управлением	29
1.4. Адаптивная стабилизация механических систем с дополнительными связями	35
1.5. Робастно-адаптивные алгоритмы управления	42
Глава 2. Беспоиcковые самонастраивающиеся системы адаптации и управления	48
2.1. Задача оптимизации и параметрической идентификации с адаптивной моделью	50
2.2. Нелинейный синтез беспоиcковой самонастраивающейся адаптивной системы управления	55
2.3. Адаптивная стабилизация нелинейных систем с равномерно ограниченными внешними возмущениями	59
2.4. Нелинейная беспоиcковая самонастраивающаяся система управления с эталонной моделью	66
2.5. Адаптивное управление механической системой посредством ограниченной силы	71
Глава 3. Алгоритмы скоростного градиента в задачах адаптивного управления механическими системами	82
3.1. Задача адаптивного синтеза с помощью метода скоростного градиента	84
3.2. Адаптивное управление нелинейными МС на основе метода скоростного градиента	93
3.3. Алгоритмы скоростного градиента для гамильтоновых систем	99

3.4. Дополнительные свойства и особенности алгоритмов скоростного градиента	103
Глава 4. Обзор некоторых методов и результатов нелинейного адаптивного синтеза	108
4.1. Параметрическая идентификация нелинейных нестационарных систем	110
4.2. Метод настраиваемой адаптивной модели в задаче идентификации нелинейных систем	113
4.3. Адаптивное управление параметрически возмущенными нелинейными системами	117
4.4. Адаптивные системы управления с мажорирующими функциями	123
4.5. Управление механическими системами в условиях текущей неопределенности	129
Часть II	
Метод интегральных преобразований в теории адаптивных систем	
Глава 5. Синтез диссипативных и стабилизирующих систем адаптивного управления	137
5.1. Совместное использование различных алгоритмов адаптивного управления	139
5.2. Адаптивная стабилизация при модифицированном алгоритме адаптации	150
5.3. Конечно-сходящийся алгоритм адаптации с диссипативной системой управления	155
5.4. Синтез адаптивного регулятора с помощью метода функций Ляпунова	160
5.5. Асимптотические свойства самонастраивающегося алгоритма адаптивного управления	166
Глава 6. Адаптивная стабилизация управляемых механических систем в условиях неизвестного параметрического дрейфа ..	174
6.1. Параметрическое оценивание механических систем с помощью метода интегральных преобразований	175
6.2. Программная стабилизация при ограниченных неизвестных возмущениях	182
6.3. Адаптивное управление сингулярно возмущенными механическими системами	189
6.4. Адаптивная стабилизация в условиях сильной параметрической неопределенности	201
Глава 7. Оптимальная стабилизация голономных и неголономных механических систем	204
7.1. Оптимальные процедуры в схеме параметрического оценивания управляемых механических систем	205
7.2. Оптимальная стабилизация адаптивных систем по критерию обоб-	

ценной работы	220
7.3. Интегральное оценивание и адаптивная стабилизация линейных не- голономных систем	223
7.4. Стабилизация нелинейных неголономных механических систем	232
7.4.1. Движение точки в поле силы ньютонова притяжения	233
7.4.2. Движение в поле силы тяжести при наличии связи Апеля	234
7.4.3. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки	235
7.5. Оптимальный адаптивный синтез динамических систем с шумом при управлении	237
Глава 8. Параметрические и универсальные интегральные крите- рии в задаче оптимальной стабилизации механических систем	244
8.1. Задача пассивной стабилизации. Локально-параметрическая опти- мизация	245
8.2. Оптимальная адаптивная фильтрация высших производных	251
8.3. Универсальный синтез оптимального управления	259
8.4. Универсальный функционал и оптимальные режимы регулирования	261

Часть III

Адаптивная механика и решение специальных оптимизационных задач

Глава 9. Адаптивный оптимизационный синтез: равносильность, субоптимальность, робастность, двойственность	269
9.1. Равносильность критериев оптимизации при адаптивном синтезе уп- равляемых систем	270
9.1.1. Метод динамического программирования	273
9.1.2. Принцип минимума Понтрягина	275
9.1.3. Вариационный метод	277
9.1.4. Критерий обобщенной работы	278
9.1.5. Локально-оптимальная стабилизация	280
9.2. Субоптимальная адаптивная стабилизация управляемых механичес- ких систем	284
9.3. Робастное субоптимальное параметрическое оценивание	294
9.4. Задача адаптивной минимаксной фильтрации и ее двойственная ин- терпретация	297
9.5. Адаптивный синтез минимаксного фильтра	305
Глава 10. Оптимальный синтез адаптивных механических систем со связями общего вида	314
10.1. Динамическое программирование в управляемых связанных систе- мах	315
10.1.1. Связи вида $\varphi(x, u, t) = 0$	315
10.1.2. Связи вида $\varphi(x, \dot{x}, u, t) = 0$	320
10.1.3. Изопериметрические условия	321

10.2. Условно-оптимальная задача Беллмана для адаптивных механических систем с энергетическими функционалами Ляпунова-Красовского	322
10.3. Беллмановский подход к синтезу условно-оптимальных неавтономных механических систем	331
Глава 11. Синтез информационно-адаптивных управляемых систем на основе метода канонических преобразований Гамильтона-Якоби	340
11.1. Обобщенная управляемая каноническая система и вариационный интеграл	341
11.2. Обобщенное уравнение Гамильтона-Якоби	352
11.3. Обобщенная теорема Лиувилля	356
11.4. Синтез условно-оптимальной стабилизирующей системы управления	361
Глава 12. Оптимизация адаптивных управляемых систем с распределенными параметрами	371
12.1. Синтез оптимального стабилизирующего управления в адаптивных системах с распределенными параметрами	372
12.2. Оптимальное адаптивное управление нестационарным температурным полем в конечном физическом объеме	381
12.3. Оптимальное регулирование магнитогидродинамических адаптивных процессов	389
12.4. Дальнейшие обобщения: адаптивный синтез систем, описываемых параболическими и гиперболическими уравнениями	394
12.4.1. Параболические адаптивные управляемые процессы	394
12.4.2. Гиперболические адаптивные управляемые процессы	396

Часть IV

Приложение: элементы теории и сопутствующий справочный материал

Приложение 1. Метод функций Ляпунова в теории управляемых динамических систем	402
П1.1. Основные определения и понятия. Функции Ляпунова	403
П1.2. Основные теоремы об устойчивости	410
П1.2.1. Теоремы Ляпунова	410
П1.2.2. Равномерная устойчивость	411
П1.2.3. Устойчивость в целом	412
П1.2.4. Экспоненциальная устойчивость	414
П1.2.5. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях ..	415
П1.2.6. Диссипативные системы	415
П1.3. Связь метода функций Ляпунова с оптимальным управлением	416
П1.4. Специальные вопросы теории устойчивости	419
П1.4.1. Устойчивость траекторий	420

П1.4.2. Устойчивость периодических движений	421
П1.4.3. Векторные функции Ляпунова	424

Приложение 2. Введение в теорию сингулярно возмущенных дифференциальных уравнений

П2.1. Теорема Тихонова	429
П2.2. Асимптотические разложения и оценка точности представления ...	433
П2.2.1. Предварительные пояснения	433
П2.2.2. Асимптотическое разложение решения регулярной задачи .	434
П2.2.3. Асимптотическое разложение решения сингулярной задачи	435
П2.2.4. Оценка остаточного члена	439
П2.3. Об устойчивости сингулярно возмущенных систем	440
П2.3.1. Линейные системы	440
П2.3.2. Нелинейные системы	442
П2.4. Декомпозиция сингулярно возмущенных систем на интегральных многообразиях	446

Приложение 3. Псевдообращение прямоугольных матриц

П3.1. Конечномерные евклидовы пространства и линейные многообразия	453
П3.2. Псевдообращение по Муру–Пенроузу	456
П3.3. Операция псевдообращения и скелетное разложение матриц	459
П3.4. Методы вычисления псевдообратных матриц	465
П3.4.1. Вычислительная схема на основе метода Грама–Шмидта ..	465
П3.4.2. Вычислительная схема на основе метода Жордана–Гаусса .	469

Приложение 4. Приближенные методы решения интегральных и интегродифференциальных уравнений Вольтерра ..

П4.1. Приближенное решение интегральных уравнений Вольтерра	472
П4.2. Приближенное решение задачи Коши для интегродифференциальных уравнений Вольтерра	477
П4.2.1. Интегральные преобразования	477
П4.2.2. Решение ИДУ методом последовательных приближений ...	483
П4.2.3. Решение ИДУ методом параметра	487
П4.2.4. Решение ИДУ методом квадратур	488
П4.2.5. Решение ИДУ методом Чаплыгина	489
П4.3. Приближенное решение краевых задач для интегродифференциальных уравнений Вольтерра	493
П4.3.1. Решение полилокальной краевой задачи	493
П4.3.2. Решение интегральной краевой задачи	495
П4.3.3. Решение ИДУ методом функциональных поправок	496

Задачи и упражнения	499
Список литературы	511
Предметный указатель	537