

Оглавление

Предисловие	8
Введение	10
Список обозначений и сокращений	15

Часть I

Задачи и конструктивные методы исследования движения механических систем

Глава 1. Алгоритмы нормализации гамильтоновых систем	17
1.1. Алгоритм нормализации гамильтоновых систем по Биркгофу	19
1.2. Инвариантная нормализация неавтономных гамильтоновых систем ..	25
1.3. Нормализация возмущений нелинейных колебательных систем	30
1.4. Параметрический метод нормализации гамильтоновых систем	38
1.5. Линейные гамильтоновы системы и их нормализация	47
Глава 2. Преобразование, асимптотический анализ и усреднение гамильтоновых систем	52
2.1. Преобразование Лежандра функции Гамильтона по координатам	53
2.2. Асимптотический анализ динамических систем с высокочастотными воздействиями	63
2.3. Усреднение гамильтоновых систем	76
Глава 3. Управляемые механические системы с условными связями	86
3.1. Кинематически управляемые механические системы	87
3.2. Уравнения движения управляемых механических систем	99
3.3. Движение управляемых механических систем с условными связями ..	111

Глава 4. Адаптивные системы управления объектами с запаздыванием	123
4.1. Объекты с запаздыванием по состоянию. Выбор управляющего устройства	124
4.2. Объекты с запаздыванием по состоянию. Выбор алгоритма адаптации	136
4.3. Объекты с запаздыванием по управлению. Выбор управляющего устройства	147
4.4. Объекты с запаздыванием по управлению. Выбор алгоритма адаптации	155

Часть II

Синтез управляемых отображений

Глава 5. Введение в теорию синтезируемых отображений	165
5.1. Управляемая замена переменных	166
5.2. Особенности управляемого отображения	174
5.3. Энергетические преобразования и управляющие поля	185
5.4. Канонические управляемые отображения	197
Глава 6. Управляемая нормализация динамических систем	203
6.1. Инвариантная нормализация гамильтонианов	204
6.2. Управляемая нормализация неавтономных гамильтоновых систем ..	213
6.3. Примеры асимптотических решений	221
Глава 7. Управляемое интегрирование гамильтоновых систем	239
7.1. Задача интегрирования по Гамильтону-Якоби в управляемой постановке	240
7.2. Метод разделения переменных	254
7.3. Теорема Лиувилля об интегрируемости	260
7.4. Управляемая интегрируемость при наличии дополнительных связей ..	264
Глава 8. Управляемое усреднение гамильтоновых систем	272
8.1. Методы усреднения гамильтоновых систем и теоремы Нейштадта ..	274
8.2. Процедура управляемого усреднения	284
8.3. Стробоскопически усредненный гамильтониан. Апробация	291
8.4. Некоторые дополнения к методу управляемого усреднения	298

Часть III

Конструктивные алгоритмы оптимального управления

Глава 9. Оптимальное управление с запаздыванием по времени ...	303
9.1. Беллмановская оптимизация для управляемых систем с последствием	305
9.2. Некоторые задачи беллмановской оптимизации с последствием	316
9.3. Блок запаздывания	325
9.4. Эредитарное запаздывание в управлении	334
Глава 10. Синтез адаптивного управления с запаздыванием в задаче оптимального демпфирования возмущений	342
10.1. Анализ и синтез управляемых адаптивных динамических объектов	343
10.2. Оптимальное гашение возмущений без фильтрации высших производных	355
10.3. Диссипативная адаптация	361
10.4. Оптимальная стабилизация при наличии помех	365
Глава 11. Оптимальная стабилизация с запаздыванием по управлению. Метод управляющих связей	356
11.1. Метод управляющих связей	374
11.2. Управляющие адаптивные связи для механических систем Лагранжа	387
11.3. Вращательное движение твердого тела	399
Глава 12. Оптимальное адаптивное управление по выходу	409
12.1. Оптимальное управление по выходу для внешней адаптивной задачи	410
12.2. Оптимальное управление по выходу для внутренней адаптивной задачи	418
12.3. Оптимальное управление по выходу для внутренней адаптивной задачи с кинетическим функционалом	426
12.4. Оптимальное управление по выходу для внутренней адаптивной задачи с функционалом интенсивности	434

Часть IV

Приложение: элементы теории
и сопутствующий справочный материал

Приложение 1. Метод нормальных форм	442
П1.1. Основные понятия и результаты	443
П1.1.1. О приведении к линейной нормальной форме	443
П1.1.2. Резонансный случай	445
П1.1.3. Нормальная форма в окрестности неподвижной точки	445
П1.1.4. Нормальные формы аналитических систем	446
П1.1.5. Различные обобщения	448
П1.2. Нормализация гамильтоновых систем	451
П1.2.1. Основные сведения	451
П1.2.2. Линейная нормализация	453
П1.2.3. Нелинейная нормализация	455
П1.2.4. Уменьшение числа степеней свободы	457
П1.3. Теорема Пуанкаре-Дюлака	461
П1.3.1. Алгоритм приведения к нормальной форме	461
П1.3.2. Модельные примеры	465
П1.4. Метод нормальной формы и группы Ли	467
Приложение 2. Введение в теорию групп Ли	475
П2.1. Предварительные сведения	476
П2.1.1. Группа Ли и алгебра Ли	477
П2.1.2. Однопараметрические группы	481
П2.1.3. Уравнение Лиувилля	482
П2.1.4. Уравнения с частными производными	485
П2.2. Формула Хаусдорфа	489
П2.2.1. Вывод формулы Хаусдорфа	490
П2.2.2. Группа симметрий	491
П2.3. Суперпозиция, продолжение оператора и уравнения, допускающие заданную группу	495
П2.3.1. Принцип суперпозиции	495
П2.3.2. Продолжение оператора	497
П2.3.3. Уравнения, допускающие заданную группу	500
П2.4. Уравнения Пуанкаре. Теорема Нетер	503
Приложение 3. Основы классической механики	509
ПЗ.1. Основные теоремы динамики	510
ПЗ.1.1. Основные определения	510
ПЗ.1.2. Теорема об изменении количества движения	512

П3.1.3. Теорема об изменении кинетического момента	513
П3.1.4. Теорема об изменении кинетической энергии	514
П3.1.5. Понятие первого интеграла	516
П3.2. Механика Ньютона	516
П3.2.1. Уравнение Ньютона	517
П3.2.2. Второй закон Ньютона и группа Галилея	518
П3.3. Механика Лагранжа	521
П3.3.1. Уравнения Лагранжа	521
П3.3.2. Свойства уравнений Лагранжа	523
П3.3.3. Принцип наименьшего действия по Гамильтону	525
П3.3.4. Первые интегралы лагранжевых систем	528
П3.3.5. Уравнения Рауса	530
П3.3.6. Уравнения Лагранжа с дополнительными связями	533
П3.4. Механика Гамильтона	535
П3.4.1. Канонические уравнения Гамильтона	536
П3.4.2. Теорема Якоби-Пуассона	540
П3.4.3. Вывод канонических уравнений из принципа Гамильтона ..	543
Приложение 4. Динамические системы с запаздыванием	545
П4.1. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом	546
П4.1.1. Основные понятия	546
П4.1.2. Линейные системы с запаздыванием	548
П4.1.3. Линейные автономные системы с запаздыванием	551
П4.2. Устойчивость динамических систем с запаздыванием	557
П4.2.1. Основные определения и понятия	557
П4.2.2. Метод функций Ляпунова для уравнений с запаздыванием ..	559
П4.2.3. Асимптотическая устойчивость. Устойчивость в целом	564
П4.3. Оптимальные процессы с запаздыванием	566
П4.3.1. Интегральное описание систем управления	566
П4.3.2. Уравнение Вольтерра с запаздыванием в состоянии	567
П4.3.3. Интегральное уравнение с запаздыванием в управлении ...	570
П4.4. Самонастраивающиеся системы с запаздыванием	574
Задачи и упражнения	579
Список литературы	592
Предметный указатель	618