

УДК 534(075)+533.9(075)
ББК В236.35я7+В333я7
3-134

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А. Ю. П р и в а л о в,
канд. физ.-мат. наук, снс. С. Ю. П и ч у г и н

3-134 *Заверишинский, Дмитрий Игоревич*
Теория колебаний. Колебания в плазме: учебно-методическое пособие / *Д.И. Заверишинский*. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 148 с.

ISBN 978-5-7883-1945-2

В данном учебно-методическом пособии представлены основные разделы теории колебаний. Изложены базовые теоретические модели и разобран широкий спектр методик решения задач в данной области. В качестве примеров практического использования описанных методов и моделей приводятся задачи из различных разделов физики, химии, биологии, экологии и экономики, что дает возможность научиться решать практически важные задачи. Отдельное внимание уделяется проблемам, связанным с наблюдаемыми осцилляциями в солнечной плазме.

Предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика и 03.03.02 Физика, 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Подготовлено на кафедре физики.

УДК 534(075)+533.9(075)
ББК В236.35я7+В333я7

ISBN 978-5-7883-1945-2

© Самарский университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1 Колебания. Основные понятия и способы описания	9
1.1 Колебательные процессы. Основные понятия	9
1.2 Описание колебательных процессов	11
1.2.1 Прямое решение уравнений колебательного процесса..	16
1.2.2 Построение фазового портрета	22
ГЛАВА 2 Колебания в динамических системах с 1-й степенью свободы.....	30
2.1 Линейные динамические системы с 1-й степенью свободы	30
2.1.1 Математический маятник.	30
2.1.2 RLC-контур.	32
2.1.3 Брюсселятор.	33
2.1.4 Простейшая модель национальной экономики.	34
2.1.5 Модель Лотки-Вольтерра	35
2.1.6 Колебания в корональных петлях (плазменных трубках)	36
2.2 Гармонический осциллятор. Параметры колебаний	37
2.3 Нелинейные консервативные системы с 1-й степенью свободы. Примеры колебательных систем	42
2.3.1 Нелинейные колебания математического маятника	42
2.3.2 Нелинейные колебания Модели Лотки – Вольтерра.....	43
2.4 Спектр колебаний.....	45
2.5 Метод разложения по малому параметру	46
2.5.1 Метод разложения по малому параметру	47

2.5.2 Осциллятор Дуффинга. Метод Линшtedта – Пуанкаре.	50
2.6 Нелинейная динамика протуберанца на Солнце	54
ГЛАВА 3 Нелинейные диссипативные системы с 1-й степенью свободы.....	62
3.1 Метод многих масштабов	62
3.2 Автоколебания в сферической микроволновой плазме	66
3.3 Автоколебания. Метод Ван дер Поля. Генератор Ван дер Поля	71
3.4 Точечное отображение для генератора Ван дер Поля	76
3.5 Быстрые и медленные движения.....	78
ГЛАВА 4 Динамические системы с 1.5-а степенями свободы	83
4.1 Линейные динамические системы с 1.5-а степенями свободы.....	83
4.1.1 Вынужденные колебания гармонического осциллятора. Гармоническая внешняя сила.....	83
4.1.2 Негармоническая, но периодическая внешняя сила: $F(t) = F(t + T)$	87
4.1.3 Произвольная внешняя сила.....	89
4.1.4 Гармонический осциллятор под действием обобщенных внешних сил.	91
4.2 Линейные системы с 1.5-а степенями свободы с меняющимися под действием внешних факторов параметрами. Преобразование энергии в плазменных средах.	94
4.2.1 Сравнимые частоты. Уравнение Матье.....	94
4.2.2 Параметрическое взаимодействие МГД-волн в плазме, описываемое уравнение Матье	103
4.2.3 Стохастический параметрический резонанс	108

4.2.4 Медленное изменение параметров. Адиабатический инвариант.	110
4.2.5 Движения в быстроосциллирующих полях	112
4.3 Нелинейные динамические системы с 1.5-а степенями свободы.....	114
4.3.1 Осциллятор Дуффинга под импульсным воздействием	114
4.3.2 Осциллятор Дуффинга. Нелинейный резонанс	116
4.3.3 Параметрически возбуждаемый нелинейный осциллятор.....	118
4.3.4 Хаотические колебания. Система Лоренца.....	120
ГЛАВА 5 Динамические системы с 2-мя степенями свободы.....	123
5.1 Линейные колебания в системах с 2-мя степенями свободы.....	123
5.2 Нелинейные колебания в системах с 2-мя степенями свободы. Двухконтурный автогенератор	128
ГЛАВА 6 Колебания в динамических системах с 2.5 степенями свободы.....	133
6.1 Осцилляторы с индуктивной связью	133
6.2 Осцилляторы с емкостной связью под действием гармонической сил	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	139