

УДК 531.11 (075.8)  
ББК 22.250 я73  
К 90

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
Северо-Кавказского федерального  
университета

К 90      **Теоретическая механика. Механика сплошных сред:** учебное пособие /авт.-сост. Кульгина Л.М. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 193 с.

Пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОС ВПО к подготовке выпускника для получения квалификации бакалавр.

Утверждено на заседании кафедры (протокол № 2 от 4 сентября 2013 г.).

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 011200.62 – Физика.

**Автор-составитель**

канд. техн. наук, доцент **Л. М. Кульгина**

**Рецензенты**

д-р физ.-мат. наук, профессор **В. В. Чеканов**,  
д-р физ.-мат. наук, профессор **Ю. И. Диканский**

© Издательство Северо-Кавказского  
федерального университета, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ.....	5
§ 1. Основные определения и объекты изучения теоретической механики.....	5
§ 2. Инвариантный метод описания движения материальной точки ....	6
§ 3. Координатные методы исследования движения точки.....	8
§ 4. Кинематика поступательного движения твёрдого тела .....	11
§ 5. Вращение твёрдого тела относительно неподвижной оси .....	12
§ 6. Скорость и ускорение материальной точки в различных системах отсчёта. Теоремы сложения скоростей и ускорений .....	13
§ 7. Кинематика твёрдого тела. Углы Эйлера .....	16
ГЛАВА 2. ДИНАМИКА. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ.....	22
§ 8. Понятия и законы динамики Ньютона. Принцип относительности Галилея .....	22
§ 9. Уравнения движения механической системы. Принцип причинности классической механики .....	27
§ 10. Работа силы и потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле.....	28
§ 11. Полная потенциальная энергия механической системы.....	31
§ 12. Классификация свободных механических систем.....	32
ГЛАВА 3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ .....	33
§ 13. Первые интегралы уравнений движения .....	33
§ 14. Законы сохранения и изменения механической энергии.....	34
§ 15. Закон сохранения импульса замкнутой системы и теорема об изменении импульса для незамкнутых систем .....	37
§ 16. Теорема о движении центра масс .....	39
§ 17. Закон сохранения момента импульса замкнутой системы и теорема об изменении механического момента для незамкнутых систем .....	41
§ 18. Симметрия внешнего силового поля и сохранение отдельных составляющих импульса и механического момента .....	46
ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ К ИНТЕГРИРОВАНИЮ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ. ОБЩЕЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕ .....	51
§ 19. Одномерное движение .....	51
§ 20. Задача двух тел .....	55
§ 21. Одномерный эффективный потенциал .....	59
§ 22. Классификация орбит. Финитное и инфинитное движения .....	62
§ 23. Задача Кеплера .....	67

ГЛАВА 5. ТЕОРИЯ РАССЕЯНИЯ ЧАСТИЦ .....	74
§ 24. Упругие столкновения частиц .....	74
§ 25. Кинематика ядерных реакций .....	80
§ 26. Основы классической теории рассеяния частиц .....	81
§ 27. Определение функциональной зависимости $\rho = \rho(\chi)$ . Обратная задача теории рассеяния .....	86
§ 28. Формула Резерфорда .....	87
ГЛАВА 6. РЕЛЯТИВИСТСКАЯ МЕХАНИКА .....	91
§ 29. Основной закон релятивистской механики. Преобразование Лоренца .....	91
§ 30. Свойства пространства и времени. Теорема сложения скоростей Эйнштейна .....	93
§ 31. Динамические уравнения, второй закон Ньютона и энергия в релятивистской механике .....	95
ГЛАВА 7. ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ .....	99
§ 32. Классификация связей .....	99
§ 33. Виртуальные перемещения и определение идеальных связей .....	101
§ 34. Принцип виртуальных перемещений и условия равновесия голономной механической системы .....	104
§ 35. Вывод уравнений Лагранжа из принципа Даламбера .....	108
§ 36. Структура уравнений Лагранжа для различных классов механических систем. Функция Лагранжа для систем с потенциальными и обобщенно-потенциальными силами .....	110
§ 37. Первые интегралы уравнений Лагранжа .....	112
§ 38. Понятие о функционале и его первой вариации .....	115
§ 39. Принцип Гамильтона – Остроградского .....	117
§ 40. Канонические уравнения движения .....	121
§ 41. Скобки Пуассона .....	125
§ 42. Канонические преобразования .....	126
§ 43. Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона – Якоби .....	129
ГЛАВА 8. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ .....	133
§ 44. Свободные одномерные колебания.....	133
§ 45. Вынужденные колебания гармонического осциллятора в отсутствии сил трения .....	136
§ 46. Свободные затухающие колебания одномерной системы .....	140
§ 47. Вынужденные колебания одномерной механической системы при наличии сил вязкого трения .....	142
§ 48. Нелинейные колебания одномерной механической системы .....	145
§ 49. Свободные колебания многомерных механических систем .....	148
ГЛАВА 9. ДВИЖЕНИЕ В НЕИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОТСЧЕТА .....	153
§ 50. Уравнения движения материальной точки относительно произвольной неинерциальной системы отсчёта .....	153

§ 51. Теоремы об изменении импульса, механического момента и кинетической энергии относительно произвольных НИСО .....	157
§ 52. О динамических и статических эффектах, наблюдаемых при движении тел во вращающихся системах отсчёта .....	160
ГЛАВА 10. ОСНОВНЫЕ ОСНОВЫ ДИНАМИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА .....	165
§ 53. Кинетическая энергия, момент импульса и тензор инерции твёрдого тела .....	165
§ 54. Уравнения движения твёрдого тела .....	171
ГЛАВА 11. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД .....	173
§ 55. Основные гипотезы и методы механики сплошных сред .....	173
§ 56. Динамические понятия и динамические уравнения механики сплошных сред. Уравнение неразрывности .....	176
§ 57. Уравнения движения сплошных сред .....	177
§ 58. Уравнения движения в напряжениях .....	179
§ 59. Уравнение движения идеальной жидкости .....	181
§ 60. Гидродинамические уравнения. Уравнение Бернулли .....	182
§ 61. Уравнения движения вязкой жидкости .....	184
§ 62. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости .....	186
ЛИТЕРАТУРА .....	189