

Г. Н. Яковенко

---

# Краткий курс теоретической м е х а н и к и

Учебное пособие

6-е издание, электронное

Рекомендовано  
Учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений  
Российской Федерации  
по образованию в области  
прикладных математики и физики  
в качестве учебного пособия  
по теоретической физике  
(теоретической механике)  
для студентов высших учебных заведений  
по направлению  
«Прикладные математика и физика»



Москва  
Лаборатория знаний  
2020

УДК 531(075.8)

ББК 22.21

Я47

Рецензенты:

кафедра прикладной математики

Нижегородского государственного университета,

член-корреспондент РАН, д. ф.-м. н. Ю. Н. Павловский

**Яковенко Г. Н.**

Я47 Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / Г. Н. Яковенко. — 6-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 119 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-699-1

Излагаются первоначальные сведения по теоретической механике, представленные в двух разделах книги: кинематика и динамика. Помимо традиционных вопросов, обсуждаются теория скользящих векторов, движение систем переменного состава, кватернионное описание движения твердого тела.

Для студентов, аспирантов и преподавателей университетов, физико-технических и инженерно-физических вузов. Курс также будет полезен специалистам, желающим углубить свои знания в области механики.

УДК 531(075.8)

ББК 22.21

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / Г. Н. Яковенко. — 3-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 116 с. : ил. — ISBN 978-5-9963-0442-4.

Издание осуществлено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту 05-01-00940 и

Совета Программ поддержки ведущих научных школ  
по гранту НШ-2094-2003.1

**В соответствии со ст.1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

ISBN 978-5-00101-699-1

© Лаборатория знаний, 2015

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Часть I. Кинематика</b> .....	5
Глава 1. <b>Кинематика точки</b> .....	6
§ 1. Траектория, скорость, ускорение .....	6
§ 2. Декартовы координаты .....	9
§ 3. Криволинейные (обобщённые) координаты .....	10
Глава 2. <b>Кинематика твёрдого тела</b> .....	15
§ 4. Угловая скорость. Скорости точек твёрдого тела .....	15
§ 5. Угловое ускорение. Ускорения точек твёрдого тела .....	18
§ 6. Примеры вычисления угловой скорости и углового ускорения	20
Глава 3. <b>Сложное движение</b> .....	22
§ 7. Скорость и ускорение точки в сложном движении .....	22
§ 8. Полярные координаты .....	25
§ 9. Угловая скорость и угловое ускорение тела в сложном дви- жении .....	27
§ 10. Регулярная прецессия .....	29
§ 11. Сложение вращений твёрдого тела .....	32
Глава 4. <b>Скользящие векторы</b> .....	36
§ 12. Эквивалентные преобразования и их инварианты .....	36
§ 13. Приведение множества скользящих векторов к винту. Экви- валентность двух множеств скользящих векторов .....	40
§ 14. Статико-кинематические аналогии. Примеры приведения к винту .....	44
<b>Часть II. Динамика</b> .....	47
Глава 5. <b>Основные законы динамики в инерциальных и неинер- циальных системах отсчёта</b> .....	48
§ 15. Динамика материальной точки .....	48
§ 16. Система материальных точек. Закон изменения импульса ..	50
§ 17. Закон изменения момента импульса. Динамика плоского дви- жения .....	52
§ 18. Закон изменения кинетической энергии .....	55
§ 19. Потенциальные силы. Закон изменения полной механической энергии .....	60

<b>Глава 6. Движение материальной точки под воздействием центральной силы</b> . . . . .	<b>63</b>
§ 20. Уравнения движения . . . . .	63
§ 21. Потенциальный случай. Движение в поле всемирного тяготения . . . . .	65
§ 22. Взаимное тяготение двух и трёх точек . . . . .	69
<b>Глава 7. Динамика системы переменного состава</b> . . . . .	<b>72</b>
§ 23. Законы изменения импульса, момента импульса, кинетической энергии системы переменного состава . . . . .	72
§ 24. Поступательное движение тела переменного состава. Реактивное движение. . . . .	73
§ 25. Вращение тела переменного состава вокруг неподвижной оси. Вытекание жидкости из подвижной цистерны. . . . .	75
<b>Глава 8. Задание положения твёрдого тела</b> . . . . .	<b>79</b>
§ 26. Матрица поворота. Углы Эйлера . . . . .	79
§ 27. Алгебра кватернионов . . . . .	82
§ 28. Сложение поворотов. Параметры Родрига—Гамильтона . . . . .	85
§ 29. Кинематические уравнения в параметрах Родрига—Гамильтона . . . . .	90
<b>Глава 9. Динамика твёрдого тела</b> . . . . .	<b>92</b>
§ 30. Геометрия масс . . . . .	92
§ 31. Кинетическая энергия и кинетический момент при движении твёрдого тела с неподвижной точкой . . . . .	97
§ 32. Динамические уравнения Эйлера . . . . .	99
§ 33. Случай Эйлера. Регулярная прецессия в случае Эйлера . . . . .	101
§ 34. Случай Эйлера. Интерпретация Пуансо . . . . .	104
§ 35. Вынужденная регулярная прецессия тела с динамической симметрией. Регулярная прецессия в случае Лагранжа . . . . .	106
§ 36. Свободное движение твёрдого тела . . . . .	108
<b>Литература</b> . . . . .	<b>109</b>
<b>Предметный указатель</b> . . . . .	<b>110</b>