

Е. Л. МАКСИНА

# ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Москва, 2017

УДК 531/534  
ББК 22.2  
М17

**Максина, Е. Л.**

М17 Техническая механика / Е. Л. Максина. — М. : T8RUGRAM /  
Научная книга, 2017. — 162 с.

ISBN 978-5-519-62234-9

В этой книге подробно изложены основы теоретической механики. Материал поможет читателю получить глубокие знания об основных и фундаментальных элементах данного предмета.

Настоящее издание станет бесценным помощником студентам всех технических специальностей и будет интересно широкому кругу читателей.

УДК 531/534  
ББК 22.2  
BIC PHD  
BISAC SCI041000

ISBN 978-5-519-62234-9

© T8RUGRAM, оформление, 2017  
© ООО «Литературная студия  
«Научная книга», издание, 2017

---

---

## Содержание

---

---

<b>ЛЕКЦИЯ № 1. Основные понятия</b> . . . . .	7
1. Введение. Аксиомы и понятие силы статики . . . . .	7
2. Связи и реакции связей . . . . .	9
<b>ЛЕКЦИЯ № 2. Плоская система сходящихся сил.</b>	
Балочные системы . . . . .	12
1. Определение равнодействующей геометрическим способом . . . . .	12
2. Определение равнодействующей аналитическим способом . . . . .	13
3. Пара сил. Момент силы . . . . .	15
4. Плоская система произвольно расположенных сил . . . . .	18
5. Балочные системы . . . . .	20
6. Пространственная сходящаяся система сил . . . . .	22
7. Центр тяжести . . . . .	25
<b>ЛЕКЦИЯ № 3. Кинематика</b> . . . . .	28
1. Основные понятия кинематики . . . . .	28
2. Кинематика точки . . . . .	31
3. Простейшие движения твердого тела . . . . .	33
4. Сложное движение твердого тела . . . . .	35
<b>ЛЕКЦИЯ № 4. Динамика</b> . . . . .	38
1. Основные понятия и аксиомы динамики . . . . .	38
2. Трение. Виды трения . . . . .	40
3. Основы киностатики . . . . .	42
4. Работа . . . . .	45
5. Мощность. Коэффициент полезного действия . . . . .	49
6. Общие теоремы динамики . . . . .	51

<b>ЛЕКЦИЯ № 5. Основные понятия</b>	55
1. Виды расчетов в сопротивлении материалов	55
2. Нагрузки и элементы конструкции	58
3. Внешние и внутренние нагрузки.	
Метод сечений	59
<b>ЛЕКЦИЯ № 6. Растяжение и сжатие</b>	63
1. Деформация растяжения, сжатия	63
2. Определение механических характеристик материалов. Характеристики прочности и пластичности. Диаграммы растяжения	66
3. Предельные и допустимые напряжения.	
Условие прочности	69
<b>ЛЕКЦИЯ № 7. Сдвиг и кручение</b>	73
1. Деформации сдвига	73
2. Геометрические характеристики плоских сечений	76
3. Деформации при кручении	78
4. Напряжения при кручении	81
<b>ЛЕКЦИЯ № 8. Изгиб</b>	85
1. Основные понятия	85
2. Поперечные силы и изгибающие моменты	88
3. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	91
4. Расчеты на прочность при изгибе	93
<b>ЛЕКЦИЯ № 9. Сочетание основных деформаций.</b>	97
1. Теория напряженного состояния	97
2. Расчет круглого бруса на изгиб с кручением	99
3. Устойчивость сжатых стержней	101
<b>ЛЕКЦИЯ № 10. Основные положения</b>	105
1. Основные понятия	105
2. Разъемные соединения	107

3. Расчет резьбовых соединений .....	110
4. Шпоночные, шлицевые и штифтовые соединения .....	112
5. Неразъемные соединения .....	115
6. Сварные соединения .....	117

#### **ЛЕКЦИЯ № 11. Передачи .....**

1. Основные понятия .....	121
2. Зубчатые передачи .....	123
3. Прямозубая передача .....	124
4. Коническая передача .....	132
5. Передача винт—гайка .....	136
6. Червячная передача .....	138
7. Фрикционная и ременная передача .....	142
8. Цепная передача .....	145

#### **ЛЕКЦИЯ № 12. Детали вращения. Редукторы. ....**

1. Валы и оси .....	148
2. Подшипники .....	150
3. Посадка деталей. Муфты .....	153
4. Редукторы .....	155
5. Расчет редукторов .....	157



---

---

## ЛЕКЦИЯ № 1. Основные понятия

---

---

### *1. Введение. Аксиомы и понятие силы статики*

**Техническая механика** — комплексная дисциплина, включающая в себя три раздела: «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов» и «Детали машин».

В разделе «**Теоретическая механика**» изучаются основные законы движения твердых тел и их взаимодействия. В разделе «**Сопротивление материалов**» изучают основы прочности материалов и методы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при действии внешних сил. В разделе «**Детали машин**» рассматриваются основы конструирования и расчета деталей и сборочных единиц общего назначения.

#### **Задачи теоретической механики**

**Теоретическая механика** — это наука о механическом движении твердых материальных тел и их взаимодействии. Механическое движение понимается как перемещение тел в пространстве и во времени по отношению к другим телам, в частности, к Земле.

Теоретическая механика состоит из трех разделов: статика, кинематика и динамика.

**Статика** изучает условия равновесия тел под действием сил.

**Кинематика** рассматривает движение тел как перемещение в пространстве; характеристики тел и причины, вызывающие движение, не рассматриваются.

**Динамика** изучает движение тел под действием сил.

Теоретическая механика, в отличие от физики, изучает законы движения абстрактных абсолютно твердых тел, здесь материалы, форма тел существенного значения не имеют.

При движении абсолютно твердое тело не деформируется и не разрушается. В случае, когда размерами тела можно пренебречь, тела заменяют материальной точкой, что облегчает решение задач о движении.

### **Сила и система сил**

**Сила** — это мера механического взаимодействия материальных тел между собой. Взаимодействие характеризуется величиной и направлением, т. е. сила — это **величина векторная**, характеризующаяся точкой приложения, направлением (линией действия), величиной (модулем).

Силы, действующие на тело (или систему сил), делят на **внешние** и **внутренние**. Внешние силы бывают активные и реактивные. **Активные** силы вызывают перемещение тела, **реактивные** стремятся противодействовать перемещению тела под действием внешних сил.

Внутренние силы возникают под действием внешних сил.

**Системой сил** называют совокупность сил, действующих на тело.

**Эквивалентная** система сил — система сил, действующая так же, как заданная.

**Уравновешенной** (эквивалентной нулю) системой сил называется такая система, которая, будучи приложенной к телу, не изменяет его состояния.

Систему сил, действующих на тело, можно заменить одной **равнодействующей**, действующей так, как система сил.

Все теоремы и уравнения статики выводятся из нескольких исходных положений, называемых **аксиомами**. Аксиомы, устанавливающие общие закономерности механического движения, созданы в результате обобщения человеческого опыта.

**Первая аксиома.** Под действием уравновешивающей системы сил абсолютно твердое тело или материальная точка находятся в равновесии или движутся равномерно и прямолинейно (закон инерции).



**Вторая аксиома.** Две силы, равные по модулю и направленные по одной прямой в разные стороны, уравниваются.

**Третья аксиома.** Не нарушая механического состояния тела, можно добавить или убрать уравнивающую систему сил (принцип отбрасывания системы сил, эквивалентной нулю).

**Четвертая аксиома** (правило параллелограмма сил). Равнодействующая двух сил, приложенных к одной точке, приложена к той же точке и является диагональю параллелограмма, построенного на этих силах как на сторонах.

Вместо параллелограмма можно построить треугольник сил: равнодействующая двух сил соединяет начало первой силы с концом второй.

**Пятая аксиома.** При взаимодействии тел всякому действию соответствует равное и противоположно направленное противодействие.

Силы, действующие и противодействующие, всегда приложены к разным телам, поэтому они не уравниваются.

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, всегда равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в разные стороны.

**Следствие из второй и третьей аксиом.** Силу, действующую на твердое тело, можно перемещать вдоль линии ее действия.

## ***2. Связи и реакции связей***

Все тела делятся на **свободные** и **связанные**.

**Свободные тела** — это тела, перемещение которых не ограничено.

**Связанные тела** — это тела, перемещение которых ограничено другими телами.

Тела, ограничивающие перемещение других тел, называют **связями**.

Все законы и теоремы статики справедливы для свободного твердого тела.

Силы, действующие от связей и препятствующие перемещению, называют **реакциями связей**. Реакция связи всегда направлена с той стороны, куда нельзя перемещаться.

Всякое связанное тело можно представить свободным, если связи заменить их реакциями (принцип освобождения от связей).

Связи делятся на несколько типов.

**Связь — гладкая опора** (без трения) — реакция опоры приложена в точке опоры и всегда направлена перпендикулярно опоре.

**Гибкая связь** (нить, веревка, трос, цепь) — груз подвешен на двух нитях. Реакция нити направлена вдоль нити от тела, при этом нить может быть только растянута.

**Жесткий стержень** — стержень может быть сжат или растянут. Реакция стержня направлена вдоль стержня. Стержень работает на растяжение или сжатие. Точное направление реакции определяют, мысленно убрав стержень и рассмотрев возможные перемещения тела без этой связи.

**Возможным перемещением** точки называется такое бесконечно малое мысленное перемещение, которое допускается в данный момент.

**Шарнирная опора**. Шарнир допускает поворот вокруг точки закрепления. Различают два вида шарниров.

**Подвижный шарнир**. Стержень, закрепленный на шарнире, может поворачиваться вокруг шарнира, а точка крепления может перемещаться вдоль направляющей (площадки). Реакция подвижного шарнира направлена перпендикулярно опорной поверхности, так как не допускается только перемещение поперек опорной поверхности.

**Неподвижный шарнир**. Точка крепления перемещаться не может.

Стержень может свободно поворачиваться вокруг оси шарнира. Реакция такой опоры проходит через ось шарнира, но неизвестна по направлению. Ее изображают в виде двух составляющих: горизонтальной и вертикальной ( $R_x$ ,  $R_y$ ).