

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова»

# **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

*Учебное пособие*

Архангельск  
САФУ  
2014

УДК 531(07)  
ББК 22.21я7  
Т33

*Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
Северного (Арктического) федерального университета  
имени М.В. Ломоносова*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент **О.Н. Оруджова**;  
кандидат химических наук, доцент **А.А. Шинкарук**;  
старший преподаватель **О.В. Гермидер**;  
старший преподаватель **О.М. Заборская**

Рецензенты:

доцент кафедры информатики, вычислительной техники  
и методики преподавания информатики,  
кандидат педагогических наук **Е.Ф. Фефилова**;  
доцент кафедры физики, кандидат педагогических наук  
**М.Г. Берденникова**

**Теоретическая механика:** учебное пособие / О.Н. Оруджова,  
Т33 А.А. Шинкарук, О.В. Гермидер, О.М. Заборская; Сев. (Арктич.)  
федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2014. –  
96 с.: ил.

ISBN 978-5-261-00982-5

Изложены основные положения теоретической механики, представлены варианты контрольных заданий и примеры их решения, содержит указания к выполнению контрольных и курсовых работ.

Предназначено для студентов заочной и сокращенной форм обучения.

УДК 531(07)  
ББК 22.21я7

ISBN 978-5-261-00982-5

© Северный (Арктический) федеральный  
университет им. М.В. Ломоносова, 2014  
© Оруджова О.Н., Шинкарук А.А.,  
Гермидер О.В., Заборская О.М., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения учебной дисциплины «Теоретическая механика» является приобретение студентом компетенций в области механического взаимодействия, равновесия и движения материальных тел, на базе которых строится изучение технической механики, механики жидкости и газа, механики грунтов и других дисциплин математического, естественнонаучного и профессионального цикла.

Курс теоретической механики включает себя следующие разделы: статика, кинематика и динамика.

*Статика* – раздел теоретической механики, в котором рассматриваются методы преобразования сил и условия равновесия сил, действующих на абсолютно твердое свободное тело.

*Кинематика* – раздел механики, в котором изучаются механические движения материальных тел без учета их масс и действующих сил. В качестве объекта в кинематике рассматриваются точки или тела как геометрические.

*Динамика* – раздел теоретической механики, в котором рассматриваются движения механических систем под действием сил. Объектами в динамике являются материальная точка, абсолютно твердое тело и механическая система.

В процессе работы над контрольными заданиями студенту необходимо: знать основные подходы к формализации и моделированию движения и равновесия материальных тел; уметь применять методы решения задач о движении и равновесии механических систем и находить решение задачи о движении и равновесии материальных тел; владеть основными методами постановки, исследования и решения задач теоретической механики.

В системе заочного образования учебный процесс состоит из двух основных звеньев: очные занятия на сессиях и самостоятельная работа в межсессионный период, в течение которого выполняются домашние контрольные работы. Для решения контрольных заданий по теоретической механике студенту необходимы знания фундаментальных основ высшей математики, включая алгебру, геометрию, математический анализ, основных законов геометрического построения и взаимного пересечения моделей плоскости и

пространства, методов проецирования. Кроме того, студенту следует изучить темы по дисциплине «Теоретическая механика», представленные в приложении.

Для подготовки к зачетам и экзаменам по курсу теоретической механики рекомендуется использовать учебники и методические указания, приведенные в списке литературы.

При оформлении контрольной работы необходимо соблюдать следующие правила.

1. Вариант контрольной работы выбирают по двум последним цифрам шифра (номера зачетной книжки): по последней – номер рисунка, по предпоследней – номер строки или столбца в таблице.

2. Перед выполнением контрольной работы следует изучить или повторить соответствующий теоретический материал курса.

3. Контрольная работа оформляется на листах формата А4. Она должна включать обязательные структурные элементы: титульный лист, рецензию, лист с заданием, лист для замечаний, основную часть, заключение. Рекомендуется привести в работе список использованных источников. В тексте работы должны быть указаны ссылки на все источники. Страницы необходимо пронумеровать.

4. Для каждого задания должны быть приведены его номер и тема, текст задания следует записать полностью. Решение каждой задачи должно содержать: метод решения, обоснование принятой системы уравнений, пояснения по ходу решения и анализ полученных результатов. Сокращение слов не допускается.

5. Все чертежи необходимо выполнять карандашом, а записи вести ручкой, соблюдая чертежные шрифты. Схемы, чертежи и другие рисунки должны быть выполнены в произвольном масштабе с соблюдением линейных и угловых размеров в соответствии с заданными исходными данными и с помощью чертежных инструментов.

6. Текст в основной части должен быть обработан и систематизирован. При подготовке работы следует соблюдать требования: четкость построения; логическая последовательность и грамотность; убедительность аргументации; краткость и четкость формулировок, исключающая возможность субъективного и неоднозначного толкования; доказательность выводов и обоснованность рекомендаций. При решении задания необходимо записывать единицы измерения получаемых физических величин.

7. Если при проверке работы обнаруживаются ошибки, студенту необходимо их исправить. Решение всех исправленных задач должно быть приведено полностью, также следует вложить в работу первоначальные записи и чертежи с замечаниями.

8. Каждая работа принимается с защитой. При этом учитываются качество выполнения задания, теоретические знания студента по теме, его умения и навыки решения задач. При неудовлетворительной оценке, студенту предлагается повторная защита.

9. Небрежно оформленные работы возвращаются студентам без проверки.

При оформлении контрольной работы следует руководствоваться правилами, изложенными в стандарте СТО 89-03.5–2013.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Основные теоретические сведения .....	6
Статика.....	6
Распределенные силы.....	6
Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки и оси.	
Пары сил.....	7
Свободные и несвободные тела. Связи и реакции связей .....	10
Системы сил. Условия равновесия систем сил.....	13
Кинематика.....	14
Кинематика точки .....	14
Поступательное и вращательное движения тела.....	16
Плоское движение тела.....	18
Динамика .....	20
Динамика точки.....	21
Динамика механической системы.....	23
Аналитическая механика.....	25
Варианты задач и примеры их решения.....	28
Задача С-1. Равновесие плоской сходящейся системы сил.....	28
Задача С-2. Равновесие произвольной плоской системы сил .....	31
Задача С-3. Равновесие плоской сочлененной системы тел.....	34
Задача С-4. Равновесие произвольной пространственной	
системы сил.....	38
Задача С-5. Расчет реакций в стержнях плоских ферм .....	41
Задача С-6. Определение положения центра тяжести	
плоских фигур .....	49
Задача К-1. Определение кинематических характеристик	
движения точки .....	54
Задача К-2. Поступательное и вращательное движения	
твердого тела.....	57
Задача К-3. Кинематика плоского движения твердого тела.....	61
Задача Д-1. Теорема об изменении количества движения для точки.	
Теорема об изменении кинетической энергии	
для точки.....	70
Задача Д-2. Теорема об изменении кинетической энергии	
механической системы.....	74
Задача Д-3. Принцип Даламбера для механической системы .....	83
Задача Д-4. Уравнение Лагранжа второго рода.....	87
Список литературы .....	93
Приложение. Список тем по дисциплине «Теоретическая механика» .....	94