


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
теоретической физики  
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 Фролов М.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_ . \_\_\_ . 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.14 – Сопротивление материалов

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: \_\_\_\_\_

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

2. Профиль подготовки/специализация: \_\_\_\_\_

"Проектирование и эксплуатация атомных станций"

3. Квалификация выпускника: инженер-физик

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0802 – теоретической физики

6. Составители программы: Каменский Александр Анатольевич

ФИО

К.Ф.-М.Н.

ученая степень

ученое звание

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 26.06.2024 г. протокол № 6  
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2025-2026

Семестр(ы)/Триместр(ы): 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучение методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость изделий и конструкций

*Задачи учебной дисциплины:*

- овладение навыками выполнения таких расчетов при различных видах напряженного состояния и различных условиях силового и температурного воздействия

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Данная дисциплина входит в модуль «Обязательная часть». Студенты должны обладать знаниями дисциплины «Высшая математика» этого же модуля.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.7	Умение строить математические модели для простейших систем и процессов в естествознании и технике	Знать: теоретические положения, лежащие в основе расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.  Уметь: производить типовые расчеты на прочность, жесткость и устойчивость.
		ОПК-1.9	Способность к анализу физических явлений и процессов в технических устройствах и системах	Владеть: методиками проектных и проверочных расчетов инженерных конструкций и сооружений.

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

**Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет с оценкой**

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		3		
Аудиторные занятия	68	68		
в том числе:	лекции	34	34	
	практические	34	34	
	лабораторные			
Самостоятельная работа	40	40		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час.)	зачет с оценк.	зачет с оценк.		
Итого:	108	108		

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Общие методы анализа напряженного состояния.	Модель прочностной надежности. Нормальные и касательные напряжения. Плоское напряженное состояние. Главные площадки при плоском напряженном состоянии. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии. Наибольшие нормальные и касательные напряжения. "Объемное" напряженное состояние.	–
1.2	Кинематика твердого тела.	Твердое тело в механике, угловая скорость. Кинетическая энергия твердого тела. Тензор инерции твердого тела в механике Момент импульса твердого тела, регулярная прецессия. Теорема Штейнера, примеры. Моменты сечений и другие геометрические характеристики.	–
1.3	Теория деформаций	Линейная и угловая деформации. Формулы Коши для линейных и угловых деформаций. Главные направления и главные деформации (для случая плоской деформации). Тензор деформаций, аналогия с тензором напряжений.	–
1.4	Модели нагружения призматического стержня и круглого вала.	Растяжение и сжатие призматического стержня на его торцах. Растяжение стержня с учетом собственного веса. Растяжение стержня в поле центробежных сил. Кручение круглого вала Разные случаи кручения вала. Кручение вала в упругопластической стадии. Главные напряжения вала при кручении и модели прочностной надежности.	–
1.5	Изгиб стержня и потенциальная энергия деформации.	Изгиб стержня и гипотеза плоских сечений. Потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия деформации стержня с переменными параметрами при изгибе.	–
1.6	Гибкие нити.	Модель гибкой нити. Гибкая нить под действием распределённой нагрузки. Учёт деформации нити.	–
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Общие методы анализа напряженного состояния.	Модель прочностной надежности. Нормальные и касательные напряжения. Плоское напряженное состояние. Главные площадки при плоском напряженном состоянии. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии. Наибольшие нормальные и касательные напряжения. "Объемное" напряженное состояние.	–
2.2	Кинематика твердого тела.	Твердое тело в механике, угловая скорость. Кинетическая энергия твердого тела. Тензор инерции твердого тела в механике Момент импульса твердого тела, регулярная прецессия. Теорема Штейнера, примеры. Моменты сечений и другие геометрические характеристики.	–
2.3	Теория деформаций	Линейная и угловая деформации. Формулы Коши для линейных и угловых деформаций. Главные направления и главные деформации (для случая плоской деформации). Тензор деформаций, аналогия с тензором напряжений.	–
2.4	Модели нагружения призматического стержня	Растяжение и сжатие призматического стержня на его торцах.	–

	и круглого вала.	Растяжение стержня с учетом собственного веса. Растяжение стержня в поле центробежных сил. Кручение круглого вала Разные случаи кручения вала. Кручение вала в упругопластической стадии. Главные напряжения вала при кручении и модели прочностной надежности.	
2.5	Изгиб стержня и потенциальная энергия деформации.	Изгиб стержня и гипотеза плоских сечений. Потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия деформации стержня с переменными параметрами при изгибе.	–
2.6	Гибкие нити.	Модель гибкой нити. Гибкая нить под действием распределённой нагрузки. Учёт деформации нити.	–
<b>3. Лабораторные занятия</b>			

\* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
3 семестр						
1	Общие методы анализа напряженного состояния.	6	6		6	18
2	Кинематика твердого тела.	8	8		8	24
3	Теория деформаций	6	6		8	20
4	Модели нагружения призматического стержня и круглого вала.	6	6		6	18
5	Изгиб стержня и потенциальная энергия деформации.	4	4		6	14
6	Гибкие нити	4	4		6	14
	Итого:	34	34		40	108

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:** (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<a href="#">Горбачев К.П.</a> Сопротивление материалов : конспект лекций / К.П. Горбачев ; Дальневост. федер. ун-т .— Москва : Проспект, 2016 .— 311с.
2	<i>Старовойтов, Э.И. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: Учеб. Для вузов / Старовойтов Э.И. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 384 с.</i> // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108836.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108836.html</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Биргер И.А. Сопротивление материалов: Учебное пособие / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлюков —М.:Наука. Гл. ред. физ.-мат.лит., 1986. —560 с.
4	Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. / В.И. Феодосьев —М. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана 1999. —562 с.
5	<a href="#">Саргсян А.Е.</a> Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов / А.Е. Саргсян .— 3-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2002 .— 285 с.
6	<i>Беляев Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов / Н.М. Беляев, при участии Л.А. Беляевского, В.К. Качурина и др. М. 1968. - 352 с.</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
7	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, доска, учебная литература, электронные средства для представления презентаций.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1.1 – 1.6, 2.1 – 2.6	ОПК-1	ОПК-1.7 ОПК 1.9	Контрольные работы
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Список вопросов к зачету

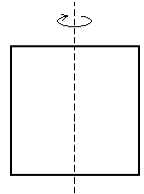
**20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1. Текущий контроль успеваемости**

## Примеры заданий для контрольных работ

### Контрольная работа №1

1. Плоское напряжённое состояние задано напряжениями  $\sigma_x = 1500 \text{ кГ/см}^2$ ,  $\sigma_y = 1000 \text{ кГ/см}^2$ ,  $\tau_{xy} = 600 \text{ кГ/см}^2$ . Найти главные напряжения и максимальное касательное напряжение.
2. Две материальные точки массами  $4m$  и  $12m$  (постоянная  $m$  – дана) соединены невесомым стержнем длины  $l$ . Найти главные моменты инерции (любым способом).
3. Найти кинетическую энергию квадратной рамки из одинаковых однородных стержней ( $m$ ,  $l$ ), которая вращается с угловой скоростью  $\Omega$  вокруг оси симметрии, как показано на рисунке. (Момент инерции стержня взять из решённых задач).

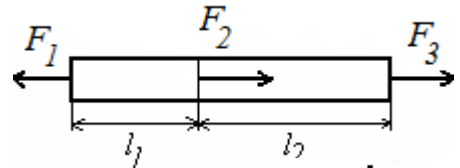


### Контрольная работа №2

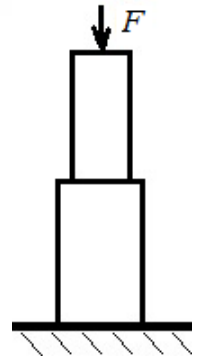
1. Медный стержень ( $E = 1 \cdot 10^6 \text{ кГ/см}^2$ ) нагружен в трех местах, как показано на рисунке.

$$F_1 = 2000 \text{ кГ}, \quad F_2 = 1000 \text{ кГ}, \quad F_3 = 1000 \text{ кГ}, \quad l_1 = 2 \text{ м},$$

2. Сила  $F = 90$  тонн силы приложена к вершине ступенчатого столба квадратного сечения, который состоит из двух участков, высотой  $h$  каждый, как показано на рисунке. Удельный вес материала равен  $\gamma = 2 \text{ тонн/м}^3$ , а допускаемое напряжение  $[\sigma] = 10 \text{ кГ/см}^2$ . Найти размеры сечений обоих участков.



3. Стержень из стали ( $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кГ/см}^2$ ) длины 15 см и диаметром 25 мм закручивается на угол 0.01 радиан при нагружении его крутящим моментом, равным 2000 кГсм. Определить модуль сдвига  $G$  и коэффициент Пуассона  $\mu$ .



### Описание технологии проведения

На выполнение заданий контрольных работ выделяется по 1 академическому часу. При решении задач студентам разрешено пользоваться конспектами занятий.

### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Оценка «отлично»: *Подробные и решения всех задач с правильными ответами, допускаются незначительные вычислительные неточности.*

Оценка «хорошо»: *Подробные решения всех задач, допускается неполное выполнение отдельных заданий.*

Оценка «удовлетворительно»: *решение отдельных задач, допускаются неточности в выборе способа решения задачи.*

Оценка «неудовлетворительно»: *отсутствие правильно решенных задач.*

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Перечень вопросов к зачету

1. Нормальные и касательные напряжения. Пример с тонкостенным цилиндром.
2. Плоское напряженное состояние. Напряжения в наклонной площадке.
3. Главные площадки и главные напряжения при плоском напряженном состоянии.
4. Наибольшие значения нормальных и касательных напряжений.
5. Твердое тело в механике его кинетическая энергия.

6. Тензор инерции твердого тела в механике.
7. Момент импульса твердого тела, прецессия.
8. Моменты сечений.
9. "Объемное" напряженное состояние. Главные напряжения и тензор напряжений.
10. Линейная и угловая деформации. Формулы Коши.
11. Главные направления и главные деформации (для случая плоской деформации). Тензор деформаций.
12. Диаграммы деформирования. Пределы упругости и текучести.
13. Предел прочности и истинные диаграммы деформирования.
14. Закон Гука для линейной деформации и деформации сдвига. Связь модуля упругости и модуля сдвига. Учет температурной деформации.
15. Растяжение и сжатие призматического стержня на его торцах.
16. Растяжение стержня с учетом собственного веса.
17. Растяжение стержня в поле центробежных сил. Пример условия надежности.
18. Кручение круглого вала. Относительный угол закрутки. Связь максимального касательного напряжения и крутящего момента.
19. Кручение полого вала (трубы), вала с переменными параметрами упругости и переменного сечения.
20. Кручение вала в упругопластической стадии. Две зоны деформации.
21. Главные напряжения вала при кручении и модели прочностной надежности.
22. Гибкие нити.

#### **Описание технологии проведения**

Зачет проводится в устной форме. Студенту предлагается 2 вопроса из списка вопросов, на которые он должен дать развернутый ответ в течение одного академического часа. В случае неудовлетворительных результатов текущего контроля успеваемости студент также получает дополнительное письменное задание.

#### **Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания**

Оценка «отлично»: подробные и безошибочные ответы на основные и дополнительные вопросы.  
Оценка «хорошо»: подробные ответы на поставленные вопросы с мелкими ошибками.  
Оценка «удовлетворительно»: неудовлетворительные ответы на один из основных и некоторые дополнительные вопросы.  
Неудовлетворительно – плохое знание материала, неудовлетворительные ответы на большинство поставленных вопросов.