

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности  
А.А. Панфилов

« 24 » 05 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория упругости

Направление подготовки – 08.03.01 "Строительство"

Профиль – «Промышленное и гражданское строительство»

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоем- кость (ед. час)	Лекций (час)	Практиче- ских заня- тий (час)	Лабора- торных работ (час)	Самосто- ятельная работа студента (час)	Форма про- межуточно- го контроля (экз./зачет)
5	3(108)	18	18	-	45	Экзамен (27)
итого	3(108)	18	18	-	45	Экзамен (27)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение студентами базовых теоретических знаний и практических навыков, необходимых для изучения напряженно-деформированного состояния различных инженерно-строительных объектов.

Задачи: развитие умений и навыков выбора расчетных схем, определение вида напряжений и деформаций отдельных элементов инженерно-строительных объектов при различных видах нагружения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория упругости» относится к части плана, формируемой участниками образовательных отношений и изучается в пятом семестре. Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, теоретическая механика, навыки работы на ПК.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения дисциплины)
1	2	3
ПК-1 Способность выполнять работы по проектированию зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения	Частичное освоение	Знать: методику выбора проектных конструктивных схем при проектировании зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения Уметь: обосновывать принимаемые конструкции при проектировании зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения Владеть: методикой расчета прочности, устойчивости и надежности конструкций при проектировании зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

## 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы контроля текущей успеваемости, формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Предмет и объект теории упругости. Задачи теории упругости.	5	1	2	2	-	3	1/25	
2	Напряжение. Теория	5	3-5	6	6	-	14	3/25	

	напряжений. Тензор напряжений и его свойства. Трехмерное напряженное состояние. Главные значения и главные напряжения. Плоское напряженное состояние. Диаграмма Мора. Функция напряжения. Метод конечных разностей.								Рейтинг-контроль №1
3	Деформация. Смещение. Уравнения однородной деформации. Компоненты малых деформаций. Тензор деформации и его свойства. Главные оси и главные значения деформации. Инварианты тензора чистой деформации. Дилатация.	5	7-9	6	6	-	14	3/25	Рейтинг-контроль №2
4	Зависимость между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука для упругой и изотропной среды. Формулы Грина. Упругий потенциал. Модуль упругости.	5	11-18	4	4	-	14	3/37	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр		5		18	18	-	45	10/27	Экзамен, 27
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				18	18		45	10/27	Экзамен, 27

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение. Предмет и объект теории упругости.

Содержание темы. Теория упругости как важнейший метод изучения напряженно-деформированного состояния различных инженерно-строительных объектов.

Тема 2. Напряжение.

Содержание темы. Тензор напряжения и его свойства. Главные значения и главные направления напряжения. Инварианты тензора напряжения. Однородное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Диаграмма Мора. Функция напряжения. Метод конечных разностей.

Тема 3. Деформация.

Содержание темы. Смещение. Уравнения однородной деформации. Тензор упругих деформаций и его свойства. Тензор чистой деформации. Главные значения и главные направления деформации. Дилатация.

Тема 4. Зависимость напряжения и деформации.

Содержание темы. Обобщенный закон Гука. Закон Гука для однородного изотропного объекта. Модули упругости: коэффициенты Ламе, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль объемного сжатия; связь между модулями упругости.

## Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Трёхмерное напряженное состояние.

Содержание практических/лабораторных занятий. Определение главных значений и главных направлений (осей) напряжения по заданным значениям компонентов тензора напряжения.

Тема 2. Плоское напряженное состояние.

Содержание практических/лабораторных занятий. Определение главных значений и главных направлений (осей) напряжения аналитическим и графическим (диаграмма Мора) методами.

Тема 3. Функция напряжения.

Содержание практических/лабораторных занятий. Определение компонентов тензора напряжения с помощью функции напряжения, заданной в виде полинома. Построение эпюр компонентов напряжения.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Теория упругости» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- групповая дискуссия (тема №2);
- анализ ситуации (тема №2-3);
- разбор конкретных ситуаций (тема №3).

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Текущий контроль успеваемости

Вопросы для проведения текущего контроля.

#### Рейтинг-контроль №1

1. Основные понятия теории упругости.
2. Напряжение: касательное и нормальное.
3. Размерность напряжения в системе единиц СИ.
4. Тензор напряжения.
5. Свойства тензора напряжения.
6. Главные значения напряжения.
7. Главные направления или главные оси напряжения.
8. Инварианты тензора напряжения.
9. Главные касательные напряжения.

10. Однородное напряженное состояние.
11. Интенсивность касательных напряжений.
12. Среднее нормальное напряжение.
13. Шаровой тензор.
14. Девиаторных тензор.
15. Гидростатическое напряженное состояние.
16. Плоское напряженное состояние.
17. Напряжение в точке.
18. Круг Мора.
19. Уравнения равновесия.
20. Граничные условия.
21. Функция напряжения.
22. Связь функции напряжения с компонентами тензора напряжения.
23. Бигармоническое уравнение.
24. Свойство функции напряжения.
25. Функция напряжения в форме полинома.

### **Рейтинг-контроль №2**

1. Вектор смещения.
2. Компоненты вектора смещения.
3. Уравнения однородной деформации.
4. Компоненты малых деформаций.
5. Тензор деформации.
6. Физический смысл компонентов тензора деформации.
7. Тензор чистой деформации.
8. Свойства тензора чистой деформации.
9. Инварианты тензора чистой деформации.
10. Главные значения деформации.
11. Главные направления или главные оси деформации.
12. Дилатация и её физический смысл.
13. Метод определения ориентировок главных осей деформации.
14. Что такое дисторсия?
15. Свойства тензора деформации.
16. Главные сдвиги.
17. Интенсивность сдвиговых деформаций.
18. Чему равна сумма главных значений деформации?

19. Ориентировка главных сдвиговых деформаций.
20. Соотношение между главными значениями деформации.
21. Какие деформации описывает тензор чистой деформации.
22. Из решения какого уравнения определяются главные деформации.
23. Чему равны сдвиговые деформации на площадках перпендикулярных главным осям.
24. Чему равна сумма главных сдвигов?
25. Свойство тензора чистой деформации.

### Рейтинг-контроль №3

1. Что такое упругость?
2. Какие факторы влияют на связь напряжения и деформации?
3. Обобщенный закон Гука.
4. Физический смысл коэффициентов в обобщенном законе Гука.
5. Почему в обобщенном законе Гука отсутствуют свободные члены?
6. Размерность коэффициентов в обобщенном законе Гука.
7. Из каких частей состоит работа внешних сил при деформировании.
8. Потенциальная энергия упруго деформированного объекта.
9. Упругий потенциал и его смысл.
10. Размерность упругого потенциала.
11. Вид выражения упругого потенциала.
12. Формулы Грина.
13. Условия интегрируемости.
14. Свойства модулей упругости, вытекающие из условия интегрируемости.
15. Упругий потенциал изотропного тела.
16. Коэффициенты Ламе.
17. Закон Гука изотропного объекта.
18. Модули упругости изотропного объекта: модуль Юнга.
19. Модули упругости изотропного объекта: коэффициент Пуассона.
20. Физический смысл модуля Юнга.
21. Физический смысл коэффициента Пуассона.
22. Связь модуля Юнга и коэффициента Пуассона с коэффициентами Ламе.
23. Модуль всестороннего сжатия.
24. Размерность коэффициентов Ламе.
25. Дилатация.

### Экзаменационные вопросы

1. Введение. Основные понятия, определения, допущения и принципы.
2. Внутренние силы. Метод сечений.
3. Напряжения в точке: полное, нормальное и касательное.
4. Тензор напряжения, его структура и свойства.
5. Главные значения напряжения. Инварианты.
6. Главные оси напряжения.
7. Плоское напряженное состояние.
8. Круг Мора: графический метод анализа напряжений при плоском напряженном состоянии.
9. Метод определения главных значений напряжения..
10. Функция напряжения и её свойства.
11. Дифференциальные условия равновесия. Граничные условия.
12. Смещение. Вектор смещения.
13. Однородная деформация. Уравнения однородной деформации.
14. Компоненты малых деформаций и их физический смысл.
15. Тензор деформации и его свойства. Тензор чистой деформации.
16. Главные значения тензора чистой деформации.
17. Главные оси деформации и метод определения их ориентировок.
18. Первый инвариант тензора чистой деформации.
19. Обобщённый закон Гука.
20. Упругий потенциал.
21. Формулы Грина.
22. Упругий потенциал и закон Гука для изотропной среды.
23. Модули упругости
24. Бигармоническое уравнение.
25. Конечно-разностные уравнения для изучения напряжённого состояния объекта.

### Оценочные средства для самостоятельной работы студентов

#### Вопросы к СРС

1. Углубленное изучение отдельных вопросов теории упругости. Самостоятельное изучение литературных источников.
2. Выполнение расчётом напряженно-деформированного состояния типовых деталей инженерно-строительных конструкций для случая плоского напряженного состояния.
3. Изучение напряженного состояния прямоугольных пластин для различных видов функции напряжения с помощью полиномов.

4. Углубленное изучение метода конечных разностей в связи с его применением для анализа напряженного состояния балки-стенки.

5. Трехмерное напряженное состояние, его количественная характеристика, главные значения и главные направления.

6. Плоское напряженное состояние и его значения для изучения напряженного состояния элементов инженерно-строительных конструкций.

7. Метод конечных разностей для расчёта напряженного состояния балок-стенок.

8. Деформация, её количественная характеристика, физический смысл коэффициентов в уравнениях однородной деформации; дилатация.

9. Связь между напряжениями и деформацией, факторы, влияющие на эту связь, модули упругости и их физический смысл.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций, обучающихся по дисциплине, оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература</b>			
1 Соппротивление материалов [Электронный ресурс]/Межецкий Г.Д. – Дашков и К	2013		<a href="http://www.studentlibrary.ru/ISBN9785394019722.html">http://www.studentlibrary.ru/ISBN9785394019722.html</a> .
2 Атаров Н.М. Соппротивление материалов в примерах и задачах: учебн. пособ./Атаров Н.М.-М.: НИЦ ИНФРА.-М.,	2016		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=557127">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=557127</a> .
3 Варданян Г.С. Соппротивление материалов с основами теории упругости: учебник/Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М. Атарова.-2-е изд., испр. и доп.-М.: НИЦ ИНФРА.-М	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=44729">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=44729</a> .
<b>Дополнительная литература</b>			
1 Поскребко М.Д. Соппротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / М.Д. Поскребко.- Минск: Высш. шк.	2007		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505146">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505146</a>
2 Поскребко М.Д. Соппротивление материалов. Ос-	2009		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505197">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505197</a>



новы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс]: учеб. пос./ М.Д. Поскребка.-Минск: Высш. Шк.			
--	--	--	--

## 7.2 Периодические издания:

- журнал «Известия вузов. Строительство»;
- журнал «Автомобильные дороги».

## 7.3 Интернет-ресурсы:

- sopromat.ru.

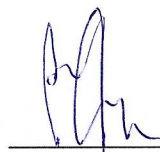
## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации дисциплины «Теория упругости» имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы (аудитории 06-1, 07-1 и 110-1).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению специальности 08.03.01 «Строительство», квалификация «бакалавр».

Кафедра-разработчик: Автомобильные дороги

Рабочую программу составил проф., д.г.-м. н.



В.В.Филатов

Рецензент: главный инженер проекта

ООО «Проектная студия «Гранит»



М.В. Калачева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автомобильные дороги»

Протокол № 13 от 24.05.2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

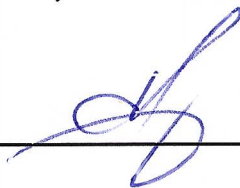


А.В. Вихрев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.03.01 «Строительство»

Протокол № 9 от 24.05.2019 г.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_



С.Н. Авдеев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.20 года

Заведующий кафедрой А.Д.  А.Д. Вухрев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

Образовательной программы направления подготовки 08.03.01 «Строительство»,  
направленность «Автомобильные дороги», бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы Рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			
3			
4			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Вихрев А.В.