

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Механика деформируемого твердого тела** \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **магистратура** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **144 (4)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **08.04.01 Строительство** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Обследование, мониторинг и экспертиза технического  
состояния конструкций, зданий и сооружений** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели: формирование фундаментальных знаний в области расчетов элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; освоение методов расчета элементов конструкций.

Задачи: усвоение фундаментальных основ и понятий механики деформируемых тел; формирование знаний о характеристиках механического состояния деформируемых твердых тел; представлений о создании идеализированных расчетных моделей реальных конструкций; об основных свойствах решений задач механики деформируемых тел; освоение классических аналитических методов решения задач механики деформируемых тел, их достоинства и недостатки

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- строительные конструкции и их элементы из материалов, работающие под действием статических и динамических нагрузок;
- математические модели деформирования элементов конструкций;
- аналитические методы определения напряженно-деформированного состояния элементов конструкций

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.10	ИД-1ПК-2.10	Знает основные теоретические и экспериментальные подходы к исследованию напряженно–деформированного и предельного состояния нагруженных конструкций и их элементов; основные типовые методики расчетов на прочность, жесткость и устойчивость основных характеристик конкретных механических объектов; физико-механические характеристики упругих тел; основные характеристики напряженно-деформированного состояния конструкций, необходимые для оценки их прочности и надежности; современные методы моделирования и исследование процессов в механике деформируемого твердого тела	Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству; процесс проектирования и строительства объекта капитального строительства, реконструкции, технического перевооружения и модернизации; методы и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения зданий и сооружений, в т.ч. составление расчётной схемы;	Экзамен
ПК-2.10	ИД-2ПК-2.10	Умеет выбирать и модифицировать существующие типовые методики расчета прочности и жесткости нагруженных конструкций и их элементов; существующие определяющие соотношения для проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости	Умеет осуществлять сбор, обработку и анализ актуальной справочной и нормативной документации по проектированию объекта капитального строительства (строительство, реконструкция, капитальный ремонт); обобщать полученную информацию на основании анализа и составлять задания на проектирование объекта капитального строительства; организовывать работы по	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			инженерно-техническому проектированию объектов строительной деятельности; осуществлять, выполнять расчеты конструкций зданий и сооружений; формировать конструктивные системы и расчетные схемы зданий и сооружений и их элементов, определять параметры численного анализа для производства работ по расчетному обоснованию проектирования строительных конструкций зданий и сооружений;	
ПК-2.10	ИД-ЗПК-2.10	Владеет применения типовых инженерных методик оценки прочностных характеристик и предельного состояния в механике материалов и конструкций; навыками использования математических методов решения задач деформирования при проектировании конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости	Владеет навыками подготовки исходных данных для проектирования объекта капитального строительства (строительство, реконструкция, капитальный ремонт); подготовки и утверждения заданий на выполнение работ на подготовку проектной документации объекта капитального строительства; контроля разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства; навыками выполнения расчетов для составления проектной и рабочей документации в сфере инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности; разработки технического предложения, эскизного и технического проекта, расчетного анализа и	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			оценки технических решений объектов капитального строительства.	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	9	9	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	25	25	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Уравнения механики деформируемого твердого тела.	3	0	9	20
Тема 1. Краткий исторический очерк развития механики деформирования твердого тела (МДТТ). Гипотезы, принципы и допущения, лежащие в основе теории. Тема 2. Сведения из тензорного анализа. Тензоры в декартовом и произвольном базисе, преобразование тензоров, инварианты, дифференцирование тензорных полей. Тема 3. Определение напряженного состояния. Определение тензора напряжений, уравнения движения и равновесия в произвольной и декартовой системе координат. Симметрия тензора напряжений. Определение главных направлений и напряжений. Инварианты тензора напряжений. Шаровой тензор и девиатор. Тема 4. Теория деформаций. Тензор больших и малых деформаций и представление его в декартовой и в произвольной системе координат. Инварианты, главные значения и направления. Уравнения совместности. Тема 5. Физические уравнения теории упругости. Анизотропные, ортотропные и изотропные материалы. Связь тензора напряжений и деформаций в форме Коши и Грина. Влияние упругой симметрии на форму записи обобщенного закона Гука. Потенциальная энергия упругого деформирования.				
Раздел 2. Общая постановка задач деформирования.	2	0	8	18
Тема 6. Постановка основных задач теории упругости. Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи. Решение задач в перемещениях и напряжениях. Уравнения совместности в напряжениях для изотропного тела (уравнения Бельтрами-Митчелла). Тема 7. Кручение и изгиб призматических стержней. Постановка задачи о деформировании стержня силами, распределенными по торцам. Кручение стержня произвольного сечения. Возможность использования различных методов решения, новые результаты решения в рамках теории упругости по сравнению с сопротивлением материалов. Аналоговые методы Кручение тонкостенных стержней. Изгиб призматических стержней.				
Раздел 3. Плоские задачи механики упругого деформирования.	2	0	4	18
Тема 8. Плоские задачи теории упругости.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Плоско-деформированное и плоско-напряженное состояние. Основные уравнения. Решение плоских задач с помощью функции напряжений. Нахождение функции напряжений в виде алгебраических и тригонометрических рядов. Тема 9. Плоские задачи в криволинейной системе координат. Задачи о клине и определение поля напряжений полуплоскости под действием сосредоточенной нагрузки (задача Фламана).				
Раздел 4. Осесимметричные задачи теории упругости.	2	0	4	16
Тема 10. Осесимметричные задачи теории упругости. Основные уравнения, решения в перемещениях и напряжениях. Задача осесимметричного деформирования толстостенной трубы или диска (задача Ляме).				
ИТОГО по 1-му семестру	9	0	25	72
ИТОГО по дисциплине	9	0	25	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Базисные вектора и их преобразование. Действия над тензорами
2	Определение поля напряжений и деформаций в различных системах координат. Граничные условия. Постановка задач деформирования.
3	Решение простейших задач теории упругости
4	Решение задачи о кручении призматического стержня произвольного сечения. Выбор наилучшего метода, сопоставление с решениями сопромата
5	Использование функции напряжений для решения плоских задач. Определение поля напряжений по заданным внешним нагрузкам для прямоугольных областей. Определение НДС треугольной подпорной стенки
6	Задача о клине. Определение поля напряжений полуплоскости под действием сосредоточенной нагрузки на границе
7	Задача Ляме и задача горячей посадки. Определение НДС вращающихся дисков. Различные способы отыскания решения
8	Решение задачи о растяжении прямоугольной области под действием заданной системы сил вариационным методом
9	Определение поля напряжений цилиндра под действием заданного поля температур
10	Решение задач деформирования пластин и оболочек (изгиб прямоугольной, круглой и эллиптической пластинки, деформирование цилиндрической оболочки)
11	Деформирование элементов конструкций в рамках упруго-пластического деформирования

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Иосилевич Г. Б. Прикладная механика : учебник для втузов / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. - Москва: Альянс, 2017.	11
2	Кожаринова Л. В. Основы теории упругости и пластичности : учебное пособие для вузов / Л. В. Кожаринова. - Москва: Изд-во АСВ, 2010.	9
3	Черкасов В. Д. Введение в теорию упругости : учебное пособие / В. Д. Черкасов, В. А. Карташов, Е. В. Киселев. - Саранск: Изд-во МГУ им. Н.П. Огарева, 2003.	6
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Амензаде Ю. А. Теория упругости : учебник для вузов / Ю. А. Амензаде. - Москва: Высшая школа, 1976.	20
2	Горшков А.Г. Теория упругости и пластичности : учебник для вузов / А.Г. Горшков, Э.И. Старовойтов, Д.В. Тарлаковский. - М.: Физматлит, 2002.	55
3	Кац А. М. Теория упругости : учебник для вузов / А. М. Кац. - СПб: Лань, 2002.	28
4	Липовцев Ю. В. Прикладная теория упругости : учебное пособие / Ю. В. Липовцев, М. Ю. Русин. - М.: Дрофа, 2008.	3
5	Николаенко В. Л. Основы расчета типовых элементов конструкций в примерах и задачах : учебное пособие для втузов / В. Л. Николаенко. - Минск: Технопринт, 2004.	12
6	Хан Х. Г. Теория упругости. Основы линейной теории и её применения : пер. с нем. / Х. Г. Хан. - Москва: Мир, 1988.	19
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Молотников В. Я. Теория упругости и пластичности / Молотников В. Я., Молотникова А. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan94741">http://elib.pstu.ru/Record/lan94741</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук, проектор, экран	1
Практическое занятие	Ноутбук	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------