

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 14 » апреля 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Дополнительные главы теории упругости \_\_\_\_\_  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 108 (3) \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.03.03 Прикладная механика \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Прикладная механика (общий профиль, СУОС) \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Дополнительные главы теории упругости» является изучение и приобретение знаний, умений и навыков по постановке, решению и анализу напряженно-деформированного состояния упругих тел.

Задачи дисциплины:

- ознакомить слушателей с важнейшими разделами прикладной теории упругости;
- рассмотреть основные особенности решения плоских задач теории упругости, задач кручения призматических (цилиндрических) стержней;
- продемонстрировать применение приближенных методов к решению задач теории упругости.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Конструкции и их элементы, материал которых не выходит за пределы упругой области, работающие под действием статических и динамических нагрузок.

### 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
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать: приближенные методы решения задач теории упругости с использованием вариационных формулировок; основные соотношения для плоской задачи теории упругости; основные методы решения плоских задач теории упругости.	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь осуществлять выбор рационального метода решения задачи теории упругости.	Умеет применять специальные методики расчета параметров нагружения; применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектную конструкторскую и нормативную документацию	Дискуссия
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть: навыками построения математических моделей задач теории упругости, пригодных для реализации решения задачи с использованием вычислительных методов; методами решения плоских задач теории упругости.	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Курсовая работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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
<b>6-й семестр</b>				
Методы приближенного решения задач теории упругости	4	0	12	14
Методы Ритца и Кантаровича для решения вариационной задачи теории упругости. Метод Бубнова-Галеркина.				
Плоская задача теории упругости	8	0	12	16
Плоское деформированное состояние. Плоское напряженное состояние. Основные соотношения в декартовой и полярной системах координат. Решение плоских задач с помощью функции напряжений. Плоская осесимметричная задача.				
Температурные напряжения	2	0	6	12
Тепловые напряжения в круглом тонком диске.				
Кручение и изгиб призматических стержней	2	0	6	12
Решение задачи о кручении с помощью функции, сопряженной с функцией деформации. Решение Прандтля о кручении. Аналогии о кручении.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 6-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Плоская задача теории упругости в декартовой системе координат.
2	Представление функции напряжений Эри в форме тригонометрических рядов.
3	Плоская задача теории упругости в полярной системе координат.
4	Решение плоской осесимметричной задачи в напряжениях.
5	Решение плоской осесимметричной задачи в перемещениях.
6	Метод Ритца решения задач теории упругости в вариационной постановке.
7	Метод Бубнова-Галеркина.
8	Тепловые напряжения в круглом тонком диске.
9	Кручение и изгиб призматических стержней.

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Определение напряженно-деформированного состояния кристаллизующейся полимерной стены.
2	Определение напряженного состояния анизотропного тонкого круглого сплошного диска, вращающегося с постоянной скоростью.
3	Определение напряженно-деформированного состояния, формирующегося при горячей посадке колеса на вал.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

### 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	Кожаринова Л. В. Основы теории упругости и пластичности : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во АСВ, 2010. 136 с. 8,5 усл. печ. л.	9
2	Ломакин В. А. Теория упругости неоднородных тел : учебное пособие. 2-е изд. Москва : Ленанд : УРСС, 2014. 367 с. 23,5 печ. л.	7
3	Механика сплошной среды. Основы механики твёрдых сред. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 623 с. 50,7 усл. печ. л.	10
4	Механика сплошной среды. Тензорный анализ. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 463 с. 37,7 усл. печ. л.	10

5	Папуша А. Н. Механика сплошных сред : учебник для вузов. Москва Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2011. 686 с. 55,47 усл. печ. л.	1
6	Прикладная механика : учебник для академического бакалавриата / Джамай В. В., Самойлов Е. А., Станкевич А. И., Чуркина Т. Ю. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2016. 360 с. 18,9 усл. печ. л.	3
7	Хан Х. Г. Теория упругости. Основы линейной теории и её применения : пер. с нем. Москва : Мир, 1988. 343 с.	19
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Амензаде Ю. А. Теория упругости : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 1971. 287 с.	8
2	Горшков А. Г., Рабинский Л. Н., Тарлаковский Д. В. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды : учебник для вузов. Москва : Наука, 2000. 214 с.	9
3	Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности : учебник для вузов. М. : Физматлит, 2002. 415 с.	54
4	Липовцев Ю. В., Русин М. Ю. Прикладная теория упругости : учебное пособие. М. : Дрофа, 2008. 320 с.	3
5	Победря Б. Е., Георгиевский Д. В. Основы механики сплошной среды : курс лекций учебное пособие для вузов. Москва : Физматлит, 2006. 272 с.	20
<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)
Основная литература	Носов, В.В. Механика неоднородных материалов	<a href="http://e.lanbook.com/book/90061">http://e.lanbook.com/book/90061</a>	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	SciLab ( лиц. CeCILL <a href="https://www.scilab.org/">https://www.scilab.org/</a> )
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS ( лиц. 444632 ЦВВС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
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>
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.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
Курсовая работа	ПК	15
Лекция	Проектор, ноутбук	1
Практическое занятие	ПК	15

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

Описан в отдельном документе