

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)



М. А. Засовская
(И. О. Фамилия)

23 мая 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины «Математические модели механики деформируемого твердого тела»

Кафедра механики

Научная специальность 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения: очная

Курс(ы) 3

Год начала подготовки 2024


Рабочая программа по дисциплине «Математические модели механики деформируемого твердого тела» разработана в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», учебным планом, одобренным ученым советом университета от 28.02.2024, протокол № 03.

Разработчик:

профессор кафедры механики, д. ф-м.н.



В.Г. Малинин

Рассмотрено на заседании					
кафедры			совета направления подготовки/специальности		
Дата, номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись зав. кафедрой	Дата, номер протокола	ФИО председателя совета	Подпись председателя совета
Протокол от 23.04.2024 № 11	Савич В.Л.				

Согласовано:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент, зав. кафедрой



В. Л. Савич

Аннотация рабочей программы по дисциплине
«Математические модели механики деформируемого твердого тела»

Цель преподавания дисциплины:

- использование основных понятий МДТТ, постановок задач МДТТ, методов решения задач МДТТ – методов теории упругости, пластичности, теории композитов, метода конечных элементов;

– формирование у аспирантов знаний об основных моделях современной механики деформируемого твердого тела.

– знание базовых понятий, результатов и методов исследования краевых задач механики деформируемого твердого тела.

Задачи изучения:

- развитие начальных навыков использования понятийного аппарата МДТТ и арсенала приемов построения и исследования математических моделей МДТТ.

– демонстрация того факта, что основные модели механики деформируемого твердого тела могут быть получены и исследованы на основе общих подходов современного математического анализа;

– в рамках данной дисциплины формируются основные представления о математических моделях, используемых для описания деформирования твердых тел, включающие правильную формулировку уравнений и краевых условий;

- способность применения методов расчета напряженно-деформированного состояния деформируемых конструкций в случае использования специальных математических моделей.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цель преподавания дисциплины:

– формирование у аспирантов знаний об основных моделях современной механики деформируемого твердого тела.

– знание базовых понятий, результатов и методов исследования краевых задач механики деформируемого твердого тела;

– использование основных понятий МДТТ, постановок задач МДТТ, методов решения задач МДТТ – методов теории упругости, пластичности, теории композитов, метода конечных элементов.

1.2. Задачи изучения:

– развитие начальных навыков использования понятийного аппарата МДТТ и арсенала приемов построения и исследования математических моделей МДТТ.

– демонстрация того факта, что основные модели механики деформируемого твердого тела могут быть получены и исследованы на основе общих подходов современного математического анализа;

– в рамках данной дисциплины формируются основные представления о математических моделях, используемых для описания деформирования твердых тел, включающие правильную формулировку уравнений и краевых условий;

– способность применения методов расчета напряженно-деформированного состояния деформируемых конструкций в случае использования специальных математических моделей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

иметь представление о:

– о курсах общей физики, механики, термодинамики, физики сплошных сред, математического и функционального анализа, дифференциальных уравнений, векторного и тензорного анализа, численных методов решения задач математической физики.

знать: главные исторические этапы развития механики деформированного твердого тела; методы и способы решения дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных,

методы и способы решения интегральных уравнений;

основы тензорного исчисления;

основополагающие понятия, определения и теоремы механики сплошной среды (далее – МСС);

основные модели в теории упругости, пластичности, вязкоупругости;

модели изотропных и анизотропных деформируемых твердых сред;

модели линейного и нелинейного упругого тела, пластического тела, реологические модели;

основные подходы к решению различных классов задач МДТТ;

точные решения различных классических задач различных разделов механики деформированных твердых тел;

приближенные аналитические и численные методы решения задач упругости, пластичности, вязкоупругости;

о прикладных приложениях задач механики сплошных сред, новейших достижениях в области механики деформируемого твердого тела.

уметь: выбирать модель и осуществлять математическую постановку начальнокраевых задач различных разделов МДТТ;

осуществлять математическое решение задач МДТТ;

совершенствовать «стандартные» модели применительно к различным разделам МДТТ;

использовать основные уравнения и математические модели различных разделов МДТТ в постановке конкретных классических учебных и прикладных задач;

ставить граничные и начальные условия;

применять аналитические, приближенные и численные методы решения задач механики деформированного твердого тела и разрабатывать на их основе алгоритмы и расчетные схемы решения различных классов прикладных задач МДТТ;

проводить анализ полученных результатов, сравнения с экспериментами, формулировать выводы и заключения.

правильно поставить задачу о деформировании тела в геометрически нелинейной формулировке и использовать современные численные методы для ее решения; техникой вариационного подхода при формулировке основных краевых задач;

владеть: техникой построения объективных конвективных производных векторов и тензоров; постановку контактных краевых задач с неизвестной областью контакта, в том числе, задач теории трещин.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

2.1. Перечень дисциплин, усвоение которых аспирантами необходимо для изучения данной дисциплины: механика сплошных сред, сопротивление материалов, теория упругости, теория ползучести

2.2. Перечень дисциплин, изучение которых базируется на материале данной дисциплины: механика деформируемого твердого тела, обратные задачи механики деформируемого твердого тела.

3. Структура и содержание дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов.

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Всего часов	Контакт	В том числе					СРС	Консультации	Контроль	Экзамен	Зачет
		Лекции	Лабор.	Практ. занят	ИЗ	АК					
108	26,5	12	—	12	2	0,5	81,5	-	-	-	+

3.1.1.Объем часов и зачетных единиц по дисциплине

Наименование раздела (модуля) Наименование темы дисциплины	Всего часов по формам обучения	Аудиторные занятия по формам обучения	в том числе			СР
			лекции	практические	лабораторные	
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Некоторые вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых сред.	4	4	2	2	-	-
Тема 2. Физические соотношения, определяющие деформируемую среду.	4	4	2	2	-	-
Тема 3. Модели упругих твердых деформируемых сред.	29	4	2	2	-	25
Тема 4. Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.	29	4	2	2	-	25
Тема 5. Фундаментальные решения МДТТ.	4	4	2	2		-
Тема 6. Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.	35,5	4	2	2		31,5
Индивидуальные занятия	2	-	-	-	-	-
АК	0,5					
Всего часов	108	24	12	12	-	81,5

3.1.2. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий (по семестрам)

№ тем ы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
1	2	3	4
1	Некоторые вопросы теории напряженнодеформированного состояния твердых деформируемых сред.	Основные понятия сплошной среды. Упругая сплошная среда. Тензор напряжений. Свойства тензора напряжений. Перемещения и деформации. Тензор деформаций и его свойства. Соотношения, обеспечивающие модели сплошной среды.	2
2	Физические соотношения, определяющие деформируемую среду.	Механические характеристики деформируемых твердых сред. Подходы к определению и расчету механических характеристик в физических соотношениях, определяющих среду. Соотношения, описывающие поведение среды в рамках теории упругости. Соотношения для описания упруго-пластичного поведения среды. Соотношения для описания вязкоупругого поведения среды. Исследование погрешностей и надежности определения и осреднения показателей свойств материалов.	2
3	Модели упругих твердых деформируемых сред	О постановке задач теории упругости. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Учет малых нелинейных эффектов и возмущений определяющих характеристик в рамках теории упругости.	2
4	Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.	О задачах теории пластичности и упруго-пластичности. Условия пластичности. Постановка и общие методы решения основных задач теории пластичности. Математические модели и постановка задач теории малых упругопластических деформаций.	2
5	Фундаментальные решения МДТТ.	Фундаментальные решения эллиптических уравнений. Фундаментальные решения различных классов задач МДТТ.	2
6	Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.	Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования к системам разрешающих уравнений модельных задач механики.. Примеры построения модельных задач.	2
ВСЕГО			12

3.1.3. Наименование тем (вопросов), выделенных для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов	Литература
1	2	3	4	5
3	Модели упругих твердых деформируемых сред	Динамические задачи теории упругости. Примеры исследования напряженно-деформированного состояния упругих тел.	25	ОЛ-1,2 ДЛ1-ДЛ-6, М1-М2.
4	Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.	Математические модели и постановка задач теории пластического течения. Примеры исследования напряженно-деформированного состояния упругопластических тел.	25	ОЛ-2, ДЛ-1, М-1,2
6	Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.	Основные дифференциальные и интегральные операции. Кинематика деформируемой среды. Определение и свойства тензоров напряжений и деформаций. Тензор модулей упругости. Особенности построения математических моделей для различных классов задач МДТТ.	31,5	ОЛ-2, ДЛ-1, М-1,2
Всего			81,5	

Примечание.

В графе «Литература» приводятся номера учебников, учебных и методических пособий согласно разделам 4.1 и 4.2

3.1.4. Наименование тем, их содержание, объем в часах практических занятий

№ тем ы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
1	2	3	4
1	Некоторые вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых сред.	Основные понятия сплошной среды. Упругая сплошная среда. Тензор напряжений. Свойства тензора напряжений. Перемещения и деформации. Тензор деформаций и его свойства. Соотношения, обеспечивающие модели сплошной среды.	2
2	Физические соотношения, определяющие деформируемую среду.	Механические характеристики деформируемых твердых сред. Подходы к определению и расчету механических характеристик в физических соотношениях, определяющих среду. Соотношения, описывающие поведение среды в рамках теории упругости. Соотношения для описания упруго-пластического	2

№ тем ы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
1	2	3	4
		поведения среды. Соотношения для описания вязкоупругого поведения среды. Исследование погрешностей и надежности определения и осреднения показателей свойств материалов.	
3	Модели упругих твердых деформируемых сред	О постановке задач теории упругости. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Учет малых нелинейных эффектов и возмущений определяющих характеристик в рамках теории упругости.	2
4	Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.	О задачах теории пластичности и упруго-пластичности. Условия пластичности. Постановка и общие методы решения основных задач теории пластичности. Математические модели и постановка задач теории малых упругопластических деформаций.	2
5	Фундаментальные решения МДТТ.	Решение задач МДТТ на основе фундаментальных решений. Примеры исследования напряженно-деформированного состояния тел на основе фундаментальных решений.	2
6	Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.	Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования к системам разрешающих уравнений модельных задач механики. Особенности построения математических моделей для различных классов задач МДТТ. Примеры построения модельных задач.	2
ВСЕГО			12

3.1.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах
Не предусмотрены учебным планом.

3.2. Перечень тем курсовых проектов (работ)
Не предусмотрены учебным планом.

3.3. Перечень тем контрольных работ
Не предусмотрены учебным планом.

3.4. Перечень тем рефератов
Не предусмотрены учебным планом.

3.5. Перечень тем РГР
Не предусмотрены учебным планом.

3.6. Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении учебных занятий

Вид занятий (лекции, практические, лабораторные)	Тема	Интерактив	Количество часов
Лекция	Упругая сплошная среда. Тензор напряжений.	Дискуссия	2
	ИТОГО		2

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

4.1. Основная и дополнительная литература

№№ п-п	Автор и наименование	Вид по- со- бия	Год из- да- ния	Кол-во экз. в библиотеке
основная литература:				
ОЛ-1	Лурье А. И. Теория упругости / А. И. Лурье. - Москва : Наука, 1970. - 939 с	УП	1970	3 http://lib.ugtu.net/book/25882
дополнительная литература:				
ДЛ-1	Механические свойства материалов с эффектом памяти формы при сложном температурно-силовом воздействии и ортогональном нагружении : Монография / Иван Николаевич Андронов [и др.]. - Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета	Др.	2010	1 http://lib.ugtu.net/book/1891

Примечание: 1. Порядковая нумерация сквозная, двухиндексная (Л-1, Л-2, Л-3 и т.д.); 2. Условные обозначения вида пособия: У – учебник, УП – учебное пособие, Др – монография и другая литература.

4.2. Методические пособия и указания

№№ п-п	Наименование	Год издания	Кол-во экз.
М-1	Кобрунов А.И. и др. Практическое руководство по изучению пакета WolframMathematica (на примере решения некорректных задач)	2015	43 http://lib.ugtu.net/book/26052
М-2	Юнин Е.К. Математические основы механики сплошной среды/Е. К. Юнин, А. С. Попов.	2006	36 http://lib.ugtu.net/book/6392

5. Программнообеспечение и Интернет-ресурсы

5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. www.exponenta.ru- Образовательный математический сайт.
2. <http://lib.ugtu.net/books> - Учебно-методические пособия университета (ВЭБС УГТУ)

5.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Вычислительная техника: ноутбук DellVostro 1015 (ауд. 104 Л); персональные компьютеры 10 шт. (ауд 117 Л).

Программное обеспечение, в т.ч.:

- для выполнения технологических расчетов и письменных работ: «MicrosoftOffice 2007», «MicrosoftExcel 2007»;
- для математических и инженерных вычислений: «Matlab», «Mathematica»;
- для компьютерной демонстрации презентаций: «MicrosoftPowerPoint2007»;

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для контроля знаний аспирантов по данной дисциплине преподаватель осуществляет промежуточный контроль.

Промежуточный контроль (зачет) осуществляется в виде собеседования в устной или в письменной форме по вопросам изучаемой дисциплины (приложение).

Фонд оценочных средств приведен в приложении.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

производится на базе обычных учебных аудиторий и специализированных лабораторий. Для выполнения СР могут использоваться компьютерные классы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Математические модели механики деформируемого твердого тела»

1. Перечень компетенций и этапы их формирования

	Результаты освоения	Этапы формирования (курс/раздел/тема дисциплины)
Знать	<p>главные исторические этапы развития механики деформированного твердого тела;</p> <p>методы и способы решения дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных,</p> <p>методы и способы решения интегральных уравнений;</p> <p>основы тензорного исчисления;</p> <p>основополагающие понятия, определения и теоремы механики сплошной среды (далее - МСС);</p> <p>основные модели в теории упругости, пластичности, вязкоупругости;</p> <p>модели изотропных и анизотропных деформируемых твердых сред;</p> <p>модели линейного и нелинейного упругого тела, пластического тела, реологические модели;</p> <p>основные подходы к решению различных классов задач МДТТ;</p> <p>точные решения различных классических задач различных разделов механики деформированных твердых тел;</p> <p>приближенные аналитические и численные методы решения задач упругости, пластичности, вязкоупругости;</p> <p>о прикладных приложениях задач механики сплошных сред, новейших достижениях в области механики деформируемого твердого тела.</p>	<p>Тема 1. Некоторые вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 2. Физические соотношения, определяющие деформируемую среду.</p> <p>Тема 3. Модели упругих твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 4. Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 5. Фундаментальные решения МДТТ.</p> <p>Тема 6. Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.</p>
Уметь	<p>выбирать модель и осуществлять математическую постановку начальнокраевых задач различных разделов МДТТ;</p> <p>осуществлять математическое решение задач МДТТ;</p> <p>совершенствовать «стандартные» модели применительно к различным разделам МДТТ;</p> <p>использовать основные уравнения и математические модели различных разделов МДТТ в постановке конкретных классических учебных и прикладных задач;</p> <p>ставить граничные и начальные условия;</p> <p>применять аналитические, приближенные и численные методы решения задач механики деформированного твердого тела и разрабатывать на их основе алго-</p>	<p>Тема 1. Некоторые вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 2. Физические соотношения, определяющие деформируемую среду.</p> <p>Тема 3. Модели упругих твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 4. Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 5. Фундаментальные решения МДТТ.</p> <p>Тема 6. Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.</p>

	<p>ритмы и расчетные схемы решения различных классов прикладных задач МДТТ;</p> <p>проводить анализ полученных результатов, сравнения с экспериментами, формулировать выводы и заключения.</p> <p>правильно поставить задачу о деформировании тела в геометрически нелинейной формулировке и использовать современные численные методы для ее решения;</p> <p>техникой вариационного подхода при формулировке основных краевых задач;</p>	
Владеть	<p>техникой построения объективных конвективных производных векторов и тензоров; постановку контактных краевых задач с неизвестной областью контакта, в том числе, задач теории трещин.</p>	<p>Тема 1. Некоторые вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 2. Физические соотношения, определяющие деформируемую среду.</p> <p>Тема 3. Модели упругих твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 4. Модели поведения пластичных твердых деформируемых сред.</p> <p>Тема 5. Фундаментальные решения МДТТ.</p> <p>Тема 6. Основные этапы математического моделирования механических процессов. Общие требования и особенности построения математических моделей механических процессов и явлений.</p>

2.Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы (разделы, темы) дисциплины	Форма контроля	Наименование оценочного средства
1	Тема 1	Зачет	Вопросы к зачету
2	Тема 2	Зачет	Вопросы к зачету
3	Тема 3	Зачет	Вопросы к зачету
4	Тема 4	Зачет	Вопросы к зачету
5	Тема 5	Зачет	Вопросы к зачету
6	Тема 6	Зачет	Вопросы к зачету

3. Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	2	3
<p>Знать:</p> <p>главные исторические этапы развития механики деформированного твердого тела;</p> <p>методы и способы решения дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных,</p> <p>методы и способы решения интегральных уравнений;</p> <p>основы тензорного исчисления;</p> <p>основополагающие понятия, определения</p>	<p><i>Пороговый уровень (обязательный)</i></p>	<p><i>Знать:</i></p> <p>Формы записи и свойства главных напряжений, виды нагрузки, а также формы записи главных характеристик напряжённого состояния. Кроме того, методы математического описания.</p> <p>Способы приведения масс разных частей конструкции к точечным массам, методы моделирования структуры и формы тела.</p> <p>Виды напряжённого состояния тела, виды нагрузок, их характеристики по справочным данным.</p>

Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	2	3
и теоремы механики сплошной среды (далее - МСС); основные модели в теории упругости, пластичности, вязкоупругости; модели изотропных и анизотропных деформируемых твердых сред; модели линейного и нелинейного упругого тела, пластического тела, реологические модели; основные подходы к решению различных классов задач МДТТ; точные решения различных классических задач различных разделов механики деформированных твердых тел; приближенные аналитические и численные методы решения задач упругости, пластичности, вязкоупругости; о прикладных приложениях задач механики сплошных сред, новейших достижениях в области механики деформируемого твердого тела.		Основные методы расчёта показателей напряжённо-деформируемого состояния тела, главные принципы математического моделирования. Законы поведения при материалов при растяжении-сжатии, изгибе, кручении и стадии прохождения этих состояний.
	<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	<i>Знать:</i> дополнительно к выше перечисленному: более сложных видов напряжённо-деформируемого состояния (косой изгиб, изгиб с кручением, случай неоднородности материала и др.) связь полученной математической модели с экспериментальной Полученные из результатов экспериментов. Стандартные решения математического моделирования, их отличия и сходства с экспериментальной моделью. влияние на сопротивление формы сечения, неоднородность материала и т. д.
<i>Уметь:</i> выбирать модель и осуществлять математическую постановку начальнокраевых задач различных разделов МДТТ; осуществлять математическое решение задач МДТТ; совершенствовать «стандартные» модели применительно к различным разделам МДТТ; использовать основные уравнения и математические модели различных разделов МДТТ в постановке конкретных классических учебных и прикладных задач; ставить граничные и начальные условия; применять аналитические, приближенные и численные методы решения задач механики деформированного твердого тела и разрабатывать на их основе алгоритмы и расчетные схемы решения различных классов прикладных задач МДТТ; проводить анализ полученных результатов, сравнения с экспериментами, формулировать выводы и заключения. правильно поставить задачу о деформировании тела в геометрически нелинейной формулировке и использовать современные численные методы для ее решения; техникой вариационного подхода при формулировке основных краевых задач	<i>Пороговый уровень (обязательный)</i>	<i>Уметь:</i> использовать конкретные физико – механические свойства материалов в решении экспериментальных и прикладных задачах МДТТ. Использовать простые цифровые приборы (осциллограф, таймер и др.) использовать конкретные физико - механические свойства материалов при математическом моделировании МДТТ. Грамотно выполнять расчёт по выбранным методам. Использовать минимум подручных способов и средств при создании экспериментальной модели.
	<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	<i>Уметь:</i> дополнительно к выше перечисленному: записывать основные соотношения МДТТ в тензорном виде . Проводить их тарировку при необходимости. использовать конкретные физико - механические свойства материалов при математическом моделировании МДТТ при моделировании экспериментальной установки. Грамотно выполнять расчёт по выбранным методам получать графики зависимостей по результатам расчётов. пользоваться минимумом информационных материалов.
<i>Владеть:</i> техникой построения объективных конвективных производных векторов и тензоров;	<i>Пороговый уровень (обязательный)</i>	<i>Владеть:</i> навыками определения основных механических свойств материалов. Навыками работ в программе для ведения расчёта (Mathcad, MATLAB и т. п.)

Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	2	3
постановку контактных краевых задач с неизвестной областью контакта, в том числе, задач теории трещин.		навыками лабораторного определения основных механических свойств материалов. Навыками сборки рабочих моделей, подключение измерительных приборов. Минимальными наработанными представлениями о ходе выполнения эксперимента.
	<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	<i>Владеть дополнительно:</i> навыками использования тензорных свойств напряжений и деформаций в практике экспериментальных исследований материалов. Навыками работы в программном комплексе ANSYS. Навыками использования созданных экспериментальных моделей в исследовательской работе. Навыками проведения эксперимента, в том числе ведением записи показаний. Опытном получении отрицательных результатов экспериментальной работы.

4. Задания для текущего контроля и промежуточной аттестации

Пример теста Модели поведения среды

- При активном процессе нагружения пластические деформации:
 - возрастают; 2) неизменны; 3) убывают.
- При пассивном процессе нагружения пластические деформации:
 - возрастают; 2) неизменны; 3) убывают.
- Условный предел текучести:
 - напряжение при $\varepsilon = 0,2\%$; 2) напряжение при $\varepsilon = \varepsilon$; 3) предел текучести при повторном нагружении.
- Деформационная теория пластичности связывает:
 - напряжения и деформации; 2) напряжения и скорости деформации; 3) скорость нагружения и деформаций.
- Теория пластического течения связывает:
 - напряжения и деформации; 2) напряжения и скорости деформации; 3) скорость нагружения и деформаций.
- При повторном нагружении образца предел текучести:
 - повышается; 2) понижается; 3) не изменяется.
- При знакопеременном нагружении образца предел текучести:
 - повышается; 2) понижается; 3) не изменяется.
- Теория идеальной пластичности предполагает постоянство:
 - напряжений и деформаций; 2) деформаций; 3) напряжений.
- Условие пластичности Треска – Сен-Венана:
 - $\sigma_1 = \sigma_2$; 2) $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_y$; 3) $f_1(J_2d, J_3d) = 0$;
- Условие пластичности Хубера – Мизеса – Хенки:
 - $\sigma_1 = \sigma_2$; 2) $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_y$; 3) $f_1(J_2d, J_3d) = 0$;
- Поверхность текучести Мизеса в осях $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$:
 - цилиндр; 2) призма; 3) сфера.
- Поверхность текучести Сен-Венана в осях $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$:
 - цилиндр; 2) призма; 3) сфера.
- При простом нагружении компоненты тензора напряжений:
 - пропорциональны общему параметру; 2) экстремальны; 3) не превышают предел текучести.

14. Траектория простого нагружения в осях $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$:
1) окружность; 2) парабола; 3) прямая.
15. При простом нагружении зависимость интенсивностей напряжений и деформаций:
1) линейная; 2) степенная; 4) показательная.
16. В деформационной теории пластичности объемная деформация:
1) упругая; 2) пластическая; 3) упругопластическая.
17. В теории пластического течения объемная деформация:
1) упругая; 2) пластическая; 3) упругопластическая.
18. В деформационной теории пластичности девиаторы напряжений и деформаций:
1) пропорциональны; 2) линейно зависимы; 3) не связаны.

Контрольные вопросы к зачету

1. Основные гипотезы классических моделей деформирования твердых тел.
2. Гипотеза сплошности.
3. Распределенность массы, внешних и внутренних сил.
4. Постулат Коши и тензор напряжений Коши.
5. Симметричность тензора напряжений.
6. Недостаточность классических гипотез при описании тел сложной микроструктуры.
7. Подходы к построению неклассических моделей.
8. Континуум Коссера.
9. Движения несущей среды (матрицы) и вращения включений.
10. Тензоры силовых напряжений и моментных напряжений.
11. Уравнения движения.
12. Линейно упругая изотропная среда Коссера.
13. Безмоментные и несвязанные модели.
14. Понятие о нелокальной теории упругости.
15. Микромоделли.
16. Переход от дискретной к континуальной модели.
17. Подходы к построению моделей многофазных и гетерогенных сред.
18. Модель Био.
19. Определяющие соотношения, уравнения движения.
20. Другие модели пороупругости.
21. Задачи о стесненном и нестесненном объемном сжатиистяжении пористого тела, погруженного в жидкость.
22. Распространение волн в двухфазной пороупругой среде.
23. Модели функционально-градиентных сред.
24. Моделирование композиционных материалов.
25. Электроупругость.
26. Дискретные подходы к моделированию процессов деформирования твердых тел.
27. Дискретно-вариационные методы.
28. Одномерные дискретные модели.
29. Трехмерные дискретные модели динамики композиционных сред.
30. Реологические соотношения.
31. Подходы к моделированию расслоения и разрушения

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

С целью формирования и развития профессиональных навыков используются инновационные образовательные технологии при сочетании аудиторной работы с внеаудиторной. Такими технологиями являются:

- Лекционная система обучения;
- Информационно-коммуникационные технологии
- Проектные методы обучения
- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активацию и реализацию личностного потенциала. Необходимо предусмотреть использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

При усвоении дисциплины «Математические модели механики деформируемого твердого тела», с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой

Предусмотрены следующие виды контроля и аттестации обучающихся при освоении дисциплины «Математические модели механики деформируемого твердого тела»:

- Текущий контроль успеваемости;

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и прохождения практик, он может проводиться в виде коллоквиумов, компьютерного или бланочного тестирования, письменных контрольных работ, оценки участия обучающихся в диспутах, круглых столах, деловых играх, решении ситуационных задач и т.п.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие типы контроля:

- индивидуальное собеседование
- письменные ответы на вопросы

Тестовые задания должны охватывать содержание всего пройденного материала. Индивидуальное собеседование, письменная работа проводятся по разработанным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине).

Важную роль при освоении дисциплины «Математические модели механики деформируемого твердого тела» играет самостоятельная работа аспирантов, которая запланирована в размере 81,5 часа. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями к основной образовательной программе высшего профессионального образования.

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- Работа с конспектами лекций.
- Проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- Написание рефератов по отдельным разделам дисциплины.
- Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- Самостоятельное решение сформулированных задач по основным разделам курса.
- Изучение обязательной и дополнительной литературы.
- Подготовка к текущему контролю знаний.

В целях фиксации результатов самостоятельной работы аспирантов по дисциплине проводится контроль самостоятельной работы. Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра.

При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- реферат,
- коллоквиум,
- контрольная работа,
- другие по выбору преподавателя.

Аспирант организует самостоятельную работу в соответствии с рабочим учебным планом и графиком, рекомендованным преподавателем. Аспирант должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа должна нацеливать аспирантов на получение навыков самостоятельной научной работы, обработки научной информации и носить поисковый характер, нацеливая аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

Уровни и критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины

Уровни		Критерии выполнения заданий	Итоговая оценка
Недостаточный		Имеет представление о содержании дисциплины, но не знает основные положения темы, раздела, к которому относится задание, не способен выполнить задание с очевидным решением.	Неудовлетворительно (незачет)
Базовый		Знает и воспроизводит основные положения дисциплины в соответствии с заданием, применяет их для выполнения типового задания, в котором очевиден способ решения	Удовлетворительно (зачет)
Повышенный	ПУ1	Знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними.	Хорошо (зачет)
	ПУ2	Знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними, сводит их в единую систему, способен выдвинуть идею, спроектировать и презентовать свой проект (решение).	Отлично (зачет)