

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«А.1.ОД.3 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Уровень высшего образования

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Группа научных специальностей

1.2 Компьютерные науки и информатика
(шифр и наименование группы научных специальностей)

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
(шифр и наименование научной специальности образовательной программы)

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры

протокол № 6 от "30" сентября 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры


подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Исполнители:

Профессор кафедры прикладной математики

должность

подпись



Ю.Г. Полкунов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель по научной специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ


наименование

Ю.Г. Полкунов

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов


личная подпись

Е.А. Тыхшерова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета/института


личная подпись

С.Н. Морозова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Основной целью изучения данной дисциплины аспирантами является приобретение опыта по использованию в научно-исследовательской работе накопленного научного потенциала в избранной области исследования, применению современных методов и моделей механики сплошных сред, необходимой для участия в работе исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

Задачи:

- изучение основных теоретических положений механики сплошных сред;
- формирование умений в области практического применения моделей механики сплошной среды;
- владение основными навыками постановки задач механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа, анализа и прогнозирования результатов моделирования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) Образовательного компонента «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Пререквизиты дисциплины: *А.1.ОД.1 Иностранный язык, А.1.ОД.2 История и философия науки.*

Постреквизиты дисциплины: *А.2.У.1 Педагогическая практика.*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы ее освоения

Знать:

основные закономерности построения математических моделей механики сплошной среды

Уметь:

разрабатывать вычислительные модели и алгоритмы методами граничных элементов для реализации моделей механики сплошной среды

Владеть:

навыками анализа в процессе исследования математических моделей механики сплошной среды

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц (432 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов
------------	-----------------------------------

	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	252	432
Контактная работа:	37	39	76
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18	36
Консультации	-	2	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	0,75	0,7	1,45
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)		0,3	0,3
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самостоятельное изучение разделов (перечислить); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	143	213	356
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)		экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Элементы тензорного исчисления	34	2	4	-	28
2	Напряженное состояние. Деформации, движение и течение	35	3	4	-	28
3	Основные законы механики сплошной среды	31	3	-	-	28
4	Линейная теория упругости. Модели жидкости	36	4	4	-	28
5	Модели пластичности и линейная вязкоупругость. Модели линейно-упругой механики разрушения	44	6	6		32
	Итого:	180	18	18		144

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Методы граничных элементов в задачах теории упругости	62	4	4	-	54
7	Методы граничных элементов в гидромеханике	62	4	4	-	54
8	Методы граничных элементов в нелинейных сплошных средах	62	4	4	-	54
9	Методы граничных элементов в линейно-упругой механике разрушения	66	6	6		54

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Итого:	252	18	18		216
	Всего:	432	36	36		360

4.2 Содержание разделов дисциплины

№1 Предмет, задачи и содержание дисциплины. Элементы тензорного исчисления

Введение. Историческая справка. Математические модели механики сплошной среды. Задачи и содержание дисциплины. Определение тензора. Алгебраические операции с тензорами. Метрический тензор. Тензор Леви-Чевиты. Дифференцирование тензоров.

№2 Напряженное состояние. Деформации, движение и течение

Массовые и поверхностные силы. Вектор напряжения. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Главные напряжения. Максимальное и минимальное касательное напряжение.

Лагранжево и Эйлерово описания движения. Тензоры деформаций. Малые деформации. Главные деформации. Уравнения совместности для линейных деформаций. Материальная производная. Скорость деформации. Завихренность.

№3 Основные законы механики сплошной среды

Уравнение неразрывности. Уравнения движения. Уравнения равновесия. Уравнения состояния. Энтропия. Второй закон термодинамики.

№4 Линейная теория упругости. Модели жидкости

Обобщенный закон Гука. Функция энергии деформации. Изотропные и анизотропные среды. Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Линейная термоупругость.

Давление жидкости. Тензор вязких напряжений. Уравнения Навье-Стокса. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Плоское потенциальное течение.

№5 Модели пластичности и линейная вязкоупругость. Модели линейно-упругой механики разрушения

Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса. Поверхность текучести. Изотропное и кинематическое упрочнение. Деформационная теория пластичности. Модели вязкоупругого поведения. Ползучесть и релаксация.

Математические модели разрушения. Коэффициенты интенсивности напряжений. Асимптотические и энергетические методы их расчета. Смешанные задачи.

№6 Методы граничных элементов в задачах теории упругости

Вывод метода граничных элементов на основе теоремы взаимности. Фундаментальные сингулярные решения. Потенциалы теории упругости. Дискретное представление поверхностных и объемных интегралов. Вычисление регулярных и сингулярных интегралов. Алгоритмы расчетов.

№ 7 Методы граничных элементов в гидромеханике

Интегральное представление решения уравнения движения жидкости. Дискретное представление поверхностных и объемных интегралов. Вычисление регулярных и сингулярных интегралов. Алгоритмы расчетов.

№8 Методы граничных интегралов в нелинейных сплошных средах

Исходные уравнения для нелинейной механики сплошной среды. Дискретное представление поверхностных и объемных интегралов. Вычисление регулярных и сингулярных интегралов. Алгоритмы расчетов.

№9 Методы граничных элементов в линейно-упругой механике разрушения

Метод разрывных смещений. Прямой и непрямой методы. Методы вычисления коэффициентов интенсивности напряжений. Алгоритмы расчетов.

4.3 Практические занятия (семинары)

Практические занятия в 3 семестре

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1,2	1	Элементы тензорного исчисления	4
3,4	2	Напряженное состояние. Деформации, движение и течение	4
5,6	4	Линейная теория упругости. Модели жидкости	4
7-9	5	Модели пластичности и линейная вязкоупругость. Модели линейной механики разрушения	6
		Итого:	18

Практические занятия в 4 семестре

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
10,11	6	Метод граничных элементов в задачах теории упругости	4
12,13	7	Метод граничных элементов в гидромеханике	4
14,15	8	Метод граничных элементов в нелинейных сплошных средах	4
16-18	9	Метод граничных элементов в линейно-упругой механике разрушения	6
		Итого:	18
		Всего:	36

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Барботько, А.И. Основы теории математического моделирования [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / А.И. Барботько, А.О. Гладышкин. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 212 с.: ил. – Библиогр.: с. 183-184. – Прил.: с. 185-209. – ISBN 978-5-94178-148-5.

5.2 Дополнительная литература

1. Победря, Б. Е. Основы механики сплошной среды [Текст] : курс лекций: учеб. пособие для вузов / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский . - Москва : Физматлит, 2006. - 272 с. - Библиогр.: с. 242-245. - Предм. указ.: с. 246-261. - Имен. указ.: с. 262-264. - Прил.: с. 265. - ISBN 5-9221-0649-X.

2. Черняк, В. Г. Механика сплошных сред [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин . - М. : Физматлит, 2006. - 352 с. - Библиогр.: с. 350. - Предм. указ.: с. 351-352. - ISBN 5-9221-0714-3.

3. Бенерджи, П. Методы граничных элементов в прикладных науках [Текст] : пер. с англ. / П. Бенерджи, Р. Баттерфилд. - М. : Мир, 1984. - 494 с. : ил.

4. Крауч, С. Методы граничных элементов в механике твердого тела [Текст]: монография / С. Крауч, А. Старфилд.– М.: Мир, 1987. – 328 с.

5. Самарский, А. А. Численные методы математической физики [Текст] : учеб. пособие / А. А. Самарский, А. В. Гулин.- 2-е изд. - М. : Научный мир, 2003. - 316 с. - Библиогр.: с. 311-312. - Предм. указ.: с. 313-315. - ISBN 5-89176-196-3.

6. Власова, Е. А. Приближенные методы математической физики [Текст] : учебник для вузов / Е. А. Власов, В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко.- 2-е изд., стер. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 704 с. - (Математика в техническом университете ; вып. XIII). - Библиогр.: с. 684-688. - Предм. указ.: с. 689. - ISBN 5-7038-1270-4.

7. Горшков, А. Г. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Горшков, Л. Н. Рабинский, Д. В. Тарлаковский; под ред. Д. М. Климова. - М. : Наука, 2000. - 214 с. : ил.

8. Ханефт, А.В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Ханефт. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2010. – Ч. 1. Гидродинамика. – 98 с. – ISBN 978-5-8353-1058-6. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=bookk_view&book_id=232317.

9. Ханефт, А.В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Ханефт. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. – Ч. 2. Теория упругости. – 104 с. – ISBN 978-5-8353-1134-7. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=bookk_view&book_id=232318

5.3 Периодические издания

Доклады Академии наук: журнал.- М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

<https://www.coursera.org/> - «Coursera»;
<https://openedu.ru/> - «Открытое образование»;
<https://universarium.org/> - «Универсариум»;
<https://www.edx.org/> - «EdX»;
<https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (<http://moodle.osu.ru>)
4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования (АИССТ) (регистрационный номер в РОСПАТЕНТ №2011610456, режим доступа - <http://osu.aistt.ru/>)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.