

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: Обобщенные континуумы в механике конденсированных сред
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическое моделирование физико-механических процессов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование комплексных знаний умений и навыков, позволяющих использовать современные обобщенные континуальные теории, а также фундаментальные принципы механики и термодинамики для моделирования широкого класса физико-механических процессов в сплошных средах.

Задачами изучения дисциплины является привитие студенту следующих способностей:

- изучение базовых принципов построения классических (первого порядка) и градиентных (высоких порядков) теоретических моделей механики сплошных сред.
- изучение основных (классических и градиентных) моделей сплошных сред.
- формирование умения выбора порядка теоретических континуальных моделей для описания физико-механических процессов.
- формирование навыков реализации и модификации существующих градиентных моделей сплошной среды для описания физико-механического поведения твердых тел.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Обобщенные теоретические модели сплошных сред, описывающие поведение различных материалов.
- Основные понятия и принципы, на которых основаны современные обобщенные модели механики сплошных сред.
- Современные подходы и методы построения математических моделей механики сплошных сред.
- Основные физико-механические явления, наблюдаемые в конденсированных средах, для описания которых используются обобщенные модели сплошных сред.
- Основные классы обобщенных континуальных моделей сплошных сред.

1.3. Входные требования

Курс в значительной мере опирается на понятия и методы, изучаемые в МСС, а также на общие принципы, рассматриваемые в теории определяющих соотношений (ТОС).

Поскольку обобщенные континуальные модели, как физические теории, должны описывать поведение материальных тел, а также, в той или иной степени, отражать их структуру и строение, то при изучении данного курса используются различные разделы физики, в частности, физика твердого тела, теоретическая механика, термодинамика, а также основы статистической физики. С другой стороны, занимаясь математическим моделированием поведения различных материалов, теория обобщенных континуумов существенно опирается на такие дисциплины и разделы математики, как алгебра, анализ, тензорное исчисление, дифференциальная геометрия, уравнения математической физики и др.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать: - основные классы обобщенных математических моделей сплошных сред; - общие методы их построения на основе физических законов сохранения, соответствующих им уравнений баланса и базовых принципов термодинамики; - основные типы определяющих соотношений, характеризующих поведение и реакцию материала в рамках различных обобщенных моделей сплошных сред.	Знает особенности и границы применимости современных моделей материалов, аналитических и численных методов решения задач физики и механики сплошных сред, знает методы построения новых математических моделей для решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов.	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь: - применять обобщенные математические модели сплошных сред для моделирования различных физико-механических процессов; - осуществлять корректный выбор обобщенной модели сплошной среды и адаптировать ее для моделирования поведения данного класса материалов.	Умеет обосновывать выбор и применять современные математические модели материалов, разрабатывать новые математические модели сплошных сред для решения междисциплинарных прикладных и фундаментальных научных задач, анализировать результаты их решения и идентифицировать параметры математических моделей по экспериментальным данным, умеет модифицировать и развивать методы решения прикладных задач физики и механики сплошных сред	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть: _ навыками использования теории обобщенных моделей сплошных сред для построения замкнутых математических моделей	Владеет навыками технологией разработки новых математических моделей сложных сред и имеет опыт решения современных междисциплинарных	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		физико-механических процессов; - навыками применения теории обобщенных континуумов к описанию физико-механического поведения деформируемых твердых тел и жидкостей.	физико-механических задач с использованием известных и модифицированных подходов и методов физики и механики сплошных сред, опытом применения на практике результатов их решения	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
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)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
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	
3-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
Общие методы построения математических моделей сплошных сред.	6	0	6	24
Тема 1. Неклассические теории континуума, причины и необходимость их появления и развития. Обзор основных современных теорий неклассических (обобщенных) континуумов: теории сред с внутренними параметрами состояния, теории материалов высокого порядка (градиентные теории), моментные теории, нелокальные теории, мультиконтинуальные теории. Их приложения в механике твердого тела, гидродинамике, термомеханике, реологии. Тема 2. Методы построения математических моделей механики сплошных сред. Законы сохранения и уравнения баланса, основные принципы классической и рациональной термодинамики. Тема 3. Теории классических сред: теория простого материала сложности 1; теория линейно-вязкой жидкости и термоупругого материала. Тема 4. Материалы с внутренними параметрами состояния. Теория материалов с внутренними параметрами Коулмана и Гертена.				
Теории микрополярных сред и моментные теории.	6	0	6	24
Тема 5. Среды с внутренними вращательными степенями свободы. Микрополярные среды. Законы сохранения и уравнения баланса для микрополярных сред. Тема 6. Теория микрополярных сред. Основные уравнения и определяющие соотношения теории микрополярных сред. Тема 7. Континуум Коссера. Континуум Коссера и микрополярные среды. Вывод основных уравнений теории континуума Коссера. Тема 8. Постановка краевых задач в рамках теории микрополярных сред и теории континуума Коссера.				
Теория микроморфных сред, градиентные теории, нелокальные и мультиконтинуальные теории.	4	0	6	24
Тема 9. Микроморфные среды. Основные уравнения и определяющие соотношения теории микроморфных сред. Тема 10. Градиентные теории. Связь градиентных теорий с теорией микроморфных сред. Тема 11. Многокомпонентные среды, смеси и растворы. Процессы переноса в многокомпонентных средах. Теория смесей и мультиконтинуальные теории. Тема 12. Нелокальные теории сплошных сред. Основные принципы построения нелокальных				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
моделей сплошных сред. Область их применения.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Вывод локальных уравнений баланса из интегральных законов сохранения. Запись уравнений баланса в представлении Эйлера и Лагранжа.
2	Анализ диссипативного неравенства для линейно-вязкой жидкости и термоупругого материала.
3	Представление диссипативного неравенства теории материалов с внутренними параметрами Коулмана и Гертнера в терминах сво-бодной энергии.
4	Представление уравнений динамики твердого тела в неподвижной и вращающейся системах отсчета.
5	Вывод локальных уравнений баланса момента импульса и энергии теории микрополярных сред из интегральных законов сохранения.
6	Запись полной системы уравнений континуума Коссера.
7	Постановка краевых задач равновесия в рамках теории континуума Коссера.
8	Линеаризация уравнений теории микроморфных материалов.
9	Представление уравнений градиентной теории второго порядка в приближении малых деформаций.
10	Формулировка интегральных и дифференциальных уравнений баланса для многокомпонентных систем и смесей.
11	Получение связи градиентных теорий с теорией микроморфных сред
12	Вывод уравнения переноса в многокомпонентных средах.

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, 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
1. Основная литература		
1	Трусов П. В. Теория пластичности : учебное пособие для вузов / П. В. Трусов, А. И. Швейкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	50
2	Трусов П. В. Физические теории пластичности : учебное пособие / П. В. Трусов, П. С. Волегов, Н. С. Кондратьев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	1. - Санкт-Петербург: , Лань, 2004. - (Механика сплошной среды : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 1).	49
2	2. - Санкт-Петербург: , Лань, 2004. - (Механика сплошной среды : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 2).	39

3	Зарубин В. С. Математические модели термомеханики / В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин. - Москва: Физматлит, 2002.	1
4	Лотов К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. - Москва Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002.	2
5	Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред : учебное издание : пер. с англ / Ж. Можен. - Москва: Мир, 1991.	-1
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
2	Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, 2008 - .	
3	Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа : научный журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1966 - .	
4	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .	
5	Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - .	
6	Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. - Санкт-Петербург: Наука, 1959 - .	
7	Физическая мезомеханика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт физики прочности и материаловедения. - Томск: Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН, 1998 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Трусов П.В., Волегов П.С., Кондратьев Н.С. Физические теории пластичности: - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. 244 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3603	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Трусов П.В., Швейкин А.И. Теория пластичности. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. 419 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPUelib3293	сеть Интернет; 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)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Видеопроектор	1
Лекция	Ноутбук	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе