

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук**

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 7
«24» сентября 2019 г.

Утверждаю
Директор ПФИЦ УрО РАН
Чл.-корр. РАН А.А. Барях



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Соотношения на поверхностях разрыва»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 01.06.01 Математика и механика
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела (01.02.04)

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 1 Семестр(ы): 1, 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: - нет Зачёт: **2** Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - нет

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Соотношения на поверхностях разрыва
(полное наименование дисциплины)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Соотношения на поверхностях разрыва» Б1.В.ДВ1.1 входит в Блок 1 и относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части Модуля 1 образовательной программы по направлению подготовки: 01.06.01 – Математика и механика, направленность Механика деформируемого твёрдого тела (01.02.04), и разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры Механика деформируемого твёрдого тела (01.02.04), утверждённой «24» сентября 2019 г.;
- учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры Механика деформируемого твёрдого тела (01.02.04), утверждённой «24» сентября 2019 г.
-

Рабочая программа согласована с рабочей программой дисциплины

1. Параллельные вычисления в механике сплошных сред
2. Физика вязкоупругих магнитных материалов

участвующей в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик	<u> д.ф.-м.н. </u> (учёная степень, звание)	<u>  </u> (подпись)	<u> Келлер И.Э. </u> (инициалы, фамилия)
Рецензент:	<u> д.ф.-м.н., профессор </u> (учёная степень, звание)	<u>  </u> (подпись)	<u> Роговой А.А. </u> (инициалы, фамилия)

3. Общие положения

Цель учебной дисциплины

Дисциплина «Соотношения на поверхностях разрыва» является частью подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Курс предназначен для формирования системы знаний о соотношениях на поверхностях раздела сплошных сред, механике сплошных сред с распространяющимися поверхностями раздела, играющей важнейшую роль в задачах механики композиционных материалов, механики разрушения, механики дефектов, механики растущих тел, механики роста фаз, задачах механики и термодинамики многокомпонентных сплошных сред с границами раздела (испарение, набухание, фильтрация и т.д.).

В результате изучения дисциплины аспирант формирует части следующих компетенций:

– ПК-1 (способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела).

Аспирант должен

знать современные достижения, методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале);

уметь ставить задачу в области механики твёрдого тела и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности;

владеть методами формализации задач и анализа проблем механики деформируемого твёрдого тела.

Задачей учебной дисциплины является изучение:

- представления о происхождении кинематических соотношений на поверхностях раздела в сплошных средах;
- представления о происхождении соотношений на поверхностях раздела в сплошных средах, вытекающих из балансовых уравнений;
- представления о конфигурационных силах, отвечающих за эволюцию поверхностей раздела;
- овладение методами и приемами вывода граничных условий для различных связанных задач механики.

Предметами освоения дисциплины являются:

- балансовые уравнения механики сплошной среды;
- соотношения на поверхностях разрыва;
- конфигурационные силы в механике сплошной среды.

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по механике сплошной среды, тензорному исчислению, теории поля.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над диссертацией и при её написании по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела.

4. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1.

Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела
Код ПК-1. Б1.В.ДВ1.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела, формулировать условия на внешних и внутренних границах рассматриваемой области сплошной среды.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале) (З ПК-1);	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: - ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности (У ПК-1).	Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
Владеет: - методами решения задач и анализа проблем механики деформируемого твёрдого тела (В ПК-1).	Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

5. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
		1й	2й	
1	2	3		4
1	Аудиторная работа	14	-	14
	- лекции (Л)	14	-	14
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-
3	Самостоятельная работа (СР)	38	52	90
	- изучение теоретического материала	38	52	90
4	Итоговая аттестация по дисциплине: Зачёт	2	2	4
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	54 1,5	54 1,5	108 3

6. Содержание учебной дисциплины

6.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисци- плины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудоём- кость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа					итого- вая ат- теста- ция	само- стоя- тель- ная ра- бота	
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	1	1	-	-	-	-	-	1
		1	2	2	-	-	-	-	11	13
		2	2	2	-	-	-	-	13	15
		3	3	3	-	-	-	-	17	20
		4	2	2	-	-	-	-	20	22
		5	2	2	-	-	-	-	19	21
		6	2	2	-	-	-	-	10	12
Итого по модулю:			14	14	-	-	-	-	90	104
Итоговая аттестация			-	-	-	-	-	4	-	4
Всего:			14	14	-	-	-	4	90	108/3

6.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение.

Л – 1 ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

Раздел 1.

Л – 13 ч., СР – 90 ч.

Тема 1. Кинематические параметры на границах разрыва в отсчетной и текущей конфигурациях. Лемма Адамара. Соотношения на границах сильного и слабого разрывов.

Тема 2. Соотношения на границах разрыва, вытекающие из балансовых уравнений. Теорема Кочина.

Тема 3. Запись условий совместности деформаций в виде балансовых уравнений.

Тема 4. Сводка балансовых уравнений механики и термодинамики многокомпонентной сплошной среды.

Тема 5. Концепция конфигурационных сил в теоретической физике.

Тема 6. Тензор энергии-импульса (тензор Эшелби) как обобщенная сила, контролирующая эволюцию поверхности раздела.

6.3 Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

6.4 Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

6.5 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в чтении рекомендуемой литературы и в применении усвоенного аппарата при работе над диссертацией.

6.6. Участие в научных мероприятиях различного уровня

№ п/п	Полное название мероприятия
1	Научный семинар «ИМСС УрО РАН»
2	Зимняя школа по механике сплошных сред, г. Пермь, «ИМСС УрО РАН» (каждые два года)
3	Всероссийская конференция молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках», г. Пермь, ПНИПУ (ежегодная)
4	Участие в международных и российских конференциях различного уровня
5	Участие в проектах РФФИ, РФФИ (индивидуально)

7. Методические указания по изучению дисциплины

Аспирантам

При изучении дисциплины «Соотношения на поверхностях разрыва» аспирантам необходимо выполнять следующие рекомендации:

- изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
- после изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
- список вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются ссылки на источники в периодической научной литературе;
- к выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

Студенту стоит учесть, что самостоятельная работа направлена на:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов учебно-методической литературы;
- самоконтроль освоения программного материала.

Студенту необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

Преподавателям

Преподавателю необходимо систематически контролировать результаты самостоятельной работы и учитывать их при аттестации студента. При проведении аттестации студентов важно помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний. Проверка, контроль и оценка знаний студента требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

8. 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.

8. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

10. Управление и контроль освоения компетенций

Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого аттестационного испытания по билетам и контроля самостоятельной работы.

2) Экзамен

Не предусмотрен.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Кондауров В.И., Фортов В.Е. Основы термомеханики конденсированной среды. М.: Изд-во МФТИ, 2002. 336 с.	1
2	Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 336 с.	1
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Подстригач Я.С., Повстенко Ю.З. Введение в механику поверхностных явлений в деформируемых твердых телах. Киев: Наукова думка, 1985. 200 с.	1
2	Steinmann P., Maugin G.A. (Editors). Mechanics of material forces. Springer: 2005, 337 с. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fb137232.pdf	0
3	Келлер И.Э. Механика сплошных сред. Учебно-методическое пособие. Пермь: ПФИЦ УрО РАН, 2019. 260 с. http://dpm.pstu.ru/images/R/MSS.pdf	0
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Вычислительная механика сплошных сред» http://www2.icmm.ru/journal/cont.htm	
2	Журнал «Известия РАН. Механика твердого тела», http://mtt.ipmnet.ru/ru	
3	Журнал «Известия РАН. Механика жидкости и газа» http://mzg.ipmnet.ru/ru	
4	Вестник ПНИПУ. «Механика» журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г. http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/	
5	Вестник ПГНИУ. «Физика» журнал / Пермский государственный национальный исследовательский университет; Под ред. В. А. Дёмина. - Пермь: Изд-во ПГНИУ, с 2016 г. http://press.psu.ru/index.php/phys/index	
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы		
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ http://diss.rsl.ru	
2	Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary) http://elibrary.ru	
3	Научная электронная библиотека ScienceDirect https://www.sciencedirect.com/	
4	Научная электронная библиотека SpringerLink https://link.springer.com/	

5	Научная электронная библиотека Elsevier https://www.elsevier.com	
6	Полнотекстовая мультидисциплинарная база данных диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global http://proquest.com/pqdtglobal/dissertations	
7	Университетская информационная система Россия https://uisrussia.msu.ru/	
8	Университетские библиотеки г. Перми http://biblioclub.ru/ http://pspu.ru/university/biblioteka/jelektronnye-resursy-biblioteki https://perm.hse.ru/library/ http://biblioteki.perm.ru/main/index.html?id=34	
9	Наукометрическая и реферативная база данных Scopus https://www.scopus.com	
10	Электронная база данных Web of Science http://apps.webofknowledge.com	
11	Национальная электронная библиотека https://нэб.рф/	

12. Материально-техническое обеспечение, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

№ п.п.	Помещения		
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории
1	2	3	4
1.	Лекционная мультимедийная аудитория	БОН	ауд.203
2.	Лекционная мультимедийная аудитория	«ИМСС УрО РАН», корп. Б	ауд.233

13 Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики

Образовательный процесс предполагает использование лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем:

Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Номер договора на покупку лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	RadExPro Plus	180530-1 от 18.06.2018	Моделирование геофизических процессов
2	Практическое	ZondRes	337.04/2019/74 от 15.11.2019	Моделирование геофизических процессов
3	Практическое	Kaspersky total security	A0019369661 от 14.08.2019	Безопасность данных

4	Практическое	COMSOL Multiphysics	сетевая лицензия (FNL) №9600871, Договор 43/17 от 11.08.2017	Моделирование механических процессов
5	Практическое	ANSYS	Договор 08-ПО/2016 КАДФЕМ Си-Ай-Эс от 08.09.2016	Моделирование механических процессов
6	Практическое, Лекционное	Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition	93/14 от 16.12.2014	Работа с текстовыми документами, презентациями и таблицами

