

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  
«24» сентября 2019 г.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Нелинейные аспекты разрушения»**  
(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

Нелинейные аспекты разрушения  
(полное наименование дисциплины)

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Нелинейные аспекты разрушения» Б1.В.ДВ1.2 входит в Блок 1 и относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части Модуля 2 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. Операторная школа тензорного исчисления и ее использование в термодинамике сплошной среды
2. Современные экспериментальные методы

участвующей в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик д.ф.-м.н., профессор Наймарк Наймарк О.Б.  
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор АА Роговой А.А.  
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

### 3. Общие положения

#### Цель учебной дисциплины

Дисциплина «Нелинейные аспекты разрушения» является частью подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Курс предназначен для формирования системы знаний и современных представлений о физических механизмах развития разрушения в твердых телах (металлах, керамиках, стеклах, композитах) с учетом многомасштабных закономерностей развития дефектов, отражения последних в континуальных моделях поведения твердых тел. Отличительной особенностью настоящего курса является его междисциплинарность. Основу курса составляют разделы физики твердого тела, отражающие современные результаты теории дефектов, экспериментальные методы исследования дефектной структуры, теории критических явлений, механики разрушения, статистические подходы в оценке надежности и разрушения.

В результате изучения дисциплины аспирант формирует части следующих компетенций:

- ПК-1 (способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела);
- ПК-2 (способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях);
- ПК-3 (способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения);
- ПК-5 (способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов).

Аспирант должен

#### знать

- основные результаты математической теории механики разрушения;
- основные методы исследования задач механики разрушения;
- основные результаты решений краевых задач механики разрушения.

#### уметь

- применять математические методы механики разрушения при решении конкретных задач;
- проводить анализ работоспособности элементов конструкций с трещинами;

#### владеть

- методами формализации задач и анализа проблем механики деформируемого твёрдого тела;
- практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в области связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.

**Задачами** учебной дисциплины являются формирование умений и навыков постановки и решения экспериментальных и теоретических задач, использования современного оборудования для структурных исследований, обработки данных для верификации континуальных моделей механики разрушения и изучение:

- современных подходов в физике и механике разрушения, термодинамике сред с дефектами;
- континуальных моделей, отражающих многомасштабные механизмы разрушения;
- связи процессов накопления повреждений с релаксационными свойствами, локализацией и стадийностью разрушения;
- современного уровня эксперимента в этой области, позволяющем изучение механизмов развития повреждений на различных масштабных уровнях в широком диапазоне интенсивностей воздействий поведения.

**Предметами** освоения дисциплины являются:

- модели механики деформируемого твёрдого тела;
- системы проведения эксперимента;
- программно-вычислительные комплексы моделирования деформирования и разрушения материалов.

#### **Связь с предшествующими дисциплинами**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, вариационному исчислению, общей физике в объёме программы высшего профессионального образования.

#### **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. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5.

#### **Дисциплинарная карта компетенции ПК-1**

<b>Код ПК-1</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
	Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела
<b>Код ПК-1. Б1.В.ДВ1.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
	Способность проводить научные исследования в области механики разрушения, механики дисперсного накопления повреждений, механики трещин, механики коррозионного и усталостного разрушения.

#### **Требования к компонентному составу части компетенции**

<b>Перечень компонентов</b>	<b>Виды учебной работы</b>	<b>Средства оценки</b>
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b> - 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) <b>(3 ПК-1);</b>	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.

<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 (<b>У ПК-1</b>).</li> </ul>	<p>Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы</p>	<p>Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях</p>
<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами решения задач и анализа проблем механики деформируемого твёрдого тела (<b>В ПК-1</b>).</li> </ul>	<p>Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы</p>	<p>Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях</p>

## 2.2. Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

<p><b>Код ПК-2</b></p>	<p><b>Формулировка компетенции</b></p> <p>Способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>
<p><b>Код ПК-2. Б1.В.ДВ1.2</b></p>	<p><b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b></p> <p>Способность анализировать, моделировать и прогнозировать взаимосвязи структурных изменений и внешних воздействий в процессе деформирования материалов различной природы, описания стадийности процесса разрушения, классификация и анализ предвестников процесса разрушения.</p>

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p><b>В результате освоения компетенции аспирант:</b></p> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию, конкретные методы и приемы решения краевых задач, встречающихся при исследовании проблем механики деформируемого твёрдого тела (<b>З ПК-2</b>).</li> </ul>	<p>Лекции, самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы</p>	<p>Вопросы для текущего и промежуточного контроля.</p>
<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях (<b>У1 ПК-2</b>);</li> <li>- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации (<b>У2 ПК-2</b>).</li> </ul>	<p>Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы</p>	<p>Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях</p>

<b>Владеет:</b> - методами самостоятельного анализа краевых задач для различных классов уравнений, практическими навыками и знаниями использования современных исследовательских и проектных технологий ( <b>В ПК-2</b> ).	Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
---	---	---

#### 4.3. Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

<b>Код ПК-3</b>	<b>Формулировка компетенции</b> Способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения
<b>Код ПК-3. Б1.В.ДВ1.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> Способность анализировать, моделировать и прогнозировать взаимосвязи структурных изменений и внешних воздействий в процессе деформирования материалов различной природы, описания стадийности процесса разрушения, классификация и анализ предвестников процесса разрушения.

#### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b> - методологию, конкретные методы и приемы анализа связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения ( <b>З ПК-3</b> );	Лекции, самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Вопросы для текущего и промежуточного контроля.
<b>Умеет:</b> - ставить и решать задачу о связи между изменением структуры материала и особенностями процесса деформирования и разрушения ( <b>У ПК-3</b> ).	Лекции, самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
<b>Владеет:</b> - методами самостоятельного анализа имеющейся информации (данных оптической, атомно-силовой и электронной микроскопии, результатов механических и физических экспериментов); практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в области	Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения ( <b>В ПК-3</b> ).		
---	--	--

#### 4.4. Дисциплинарная карта компетенции ПК-5

<b>Код ПК-5</b>	<b>Формулировка компетенции</b> Способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов
<b>Код ПК-5. Б1.В.ДВ1.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> Способность анализировать, проводить и обрабатывать данные экспериментальных исследований в области механики разрушения.

#### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b> - современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов ( <b>З ПК-5</b> ).	Лекции, самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Вопросы для текущего и промежуточного контроля.
<b>Умеет:</b> - планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов ( <b>У ПК-5</b> ).	Лекции, самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
<b>Владеет:</b> - методами самостоятельного анализа имеющейся информации, практическими навыками и знаниями анализа и использования результатов экспериментальных данных по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов ( <b>В ПК-5</b> ).	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

##### Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		по семестрам	всего

1	2	3		4
		1й	2й	
1	<b>Аудиторная работа</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>14</b>
	- лекции (Л)	14	-	14
2	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
3	<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>38</b>	<b>52</b>	<b>90</b>
	- изучение теоретического материала	38	52	90
4	<b>Итоговая аттестация по дисциплине: Зачёт</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
5	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)</b>	<b>54 1,5</b>	<b>54 1,5</b>	<b>108 3</b>

## 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	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		2	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		3	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		4	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		5	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		6	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		7	2	2	-	-	-	-	-	9	11
		8	2	2	-	-	-	-	-	9	11
		9	1	1	-	-	-	-	-	8	9
		10	1	1	-	-	-	-	-	8	9
	11	1	1	-	-	-	-	-	8	9	
	<b>Итого по модулю:</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	-	-	-	-	<b>90</b>	<b>104</b>	
<b>Итоговая аттестация</b>			-	-	-	-	-	<b>4</b>	-	<b>4</b>	
<b>Всего:</b>			<b>14</b>	<b>14</b>		-	-	<b>4</b>	<b>90</b>	<b>108/3</b>	

### 6.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### Введение.

Л – 1 ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. История развития механики разрушения.

**Раздел 1.**

Л – 13 ч., СР – 90 ч.

Тема 1. Знакомство с современными представлениями о механизмах разрушения, роли дефектов, микро- и мезоскопическими механизмами развития поврежденности; с микро- и макроскопическими моделями накопления повреждений, зарождения и распространения трещин.

Тема 2. Дефекты в твердых телах (вакансии, поры, дислокации, микротрещины). Макроскопические трещины. Устойчивость и рост трещин модели Гриффитса, Ирвина, Дагдейла).

Тема 3. Статистические подходы при описании закономерностей накопления повреждений, схемы усреднения, эффективные свойства материалов с дефектами; феноменологические модели накопления повреждений.

Тема 4. Особенности накопления повреждений в квази-хрупких, пластичных материалах. Приложения к стеклам, керамикам, металлам и сплавам, в том числе с субмикроструктурной структурой, композитам.

Тема 5. Особенности кинетики разрушения при квазистатическом, усталостном (малоцикловом, многоцикловом и гигацикловом), динамическом и ударно-волновом нагружении.

Нелинейные континуальные модели разрушения. Модель Качанова-Работнова.

Модель Джонсона-Кука. Модель Армстронга-Зерилини. Модель Пэрисамногоциклового усталостного разрушения. Модель Мэнсона-Коффина малоциклового разрушения.

Тема 6. Закономерности разрушения композиционных материалов.

Тема 7. Стадийность динамического распространения трещин (устойчивое, динамика с ветвлением, множественное разрушение)

Тема 8. Стадийность динамического распространения трещин (устойчивое, динамика с ветвлением, множественное разрушение)

Тема 9. Экспериментальные методы исследования кинетики поврежденности (микротрещин), стадийности разрушения.

Тема 10. Экспериментальные методы исследования разрушения при квазистатическом, усталостном (мало-, много-, гигацикловом), динамическом и ударно-волновом нагружениях).

Тема 11. Современные методы структурного анализа поврежденности (морфология и профилометрия поверхности разрушения, атомно-силовая микроскопия).

**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 творческим заданием и 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	Международный семинар «Актуальные проблемы физики и механики мезоскопических систем», г. Пермь, «ИМСС УрО РАН» (каждые два года).
5	Участие в международных и российских конференциях различного уровня
6	Участие в проектах РНФ, РФФИ (индивидуально)

## 7. Методические указания по изучению дисциплины

### Аспирантам

Изучение учебной дисциплины «Нелинейные аспекты разрушения» 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

<b>№</b>	<b>Библиографическое описание</b> (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Орлов А.Н. Введение в теорию дефектов в кристаллах. М. Высшая школа, 1983 с. 144	10
2	Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. М.: Металлургия, 1984, 280 с. <a href="http://stanok-online.ru/uploads/files/1348459818_physprirrazrush.zip">http://stanok-online.ru/uploads/files/1348459818_physprirrazrush.zip</a>	0
3	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб.пособ.: Для вузов. В 10 т. Т VII. Теория упругости. – 5-е изд., стереот. – М: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2001, 264 с. <a href="https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003355446">https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003355446</a>	10
4	Пестриков В.М. Морозов Е.М. Механика разрушения твердых тел: курс лекций. СПб.: Профессия, 2002, 320 с.	20
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Г.И. Канель, С.В. Разоренов, А.В. Уткин, В.Е. Фортов. Ударно-волновые явления в конденсированных средах. Москва, изд-во "Янус-К", 1996, 407 с.	10
2	Косевич А.М., Ковалев А.С. Введение в нелинейную физическую механику. Киев.: Наук. Думка, 1989, 304 с.	10
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Журнал «Вычислительная механика сплошных сред» <a href="http://www2.icmm.ru/journal/cont.htm">http://www2.icmm.ru/journal/cont.htm</a>	
2	Журнал «Известия РАН. Механика твердого тела», <a href="http://mtt.ipmnet.ru/ru">http://mtt.ipmnet.ru/ru</a>	
3	Журнал «Известия РАН. Механика жидкости и газа» <a href="http://mzg.ipmnet.ru/ru">http://mzg.ipmnet.ru/ru</a>	

4	Вестник ПНИПУ. «Механика» журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г. <a href="http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/</a>	
5	Вестник ПГНИУ. «Физика» журнал / Пермский государственный национальный исследовательский университет; Под ред. В. А. Дёмина. - Пермь: Изд-во ПГНИУ, с 2016 г. <a href="http://press.psu.ru/index.php/phys/index">http://press.psu.ru/index.php/phys/index</a>	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
<b>2.4 Официальные издания</b>		
<b>2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы</b>		
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>	
2	Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary) <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
3	Научная электронная библиотека ScienceDirect <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>	
4	Научная электронная библиотека SpringerLink <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>	
5	Научная электронная библиотека Elsevier <a href="https://www.elsevier.com">https://www.elsevier.com</a>	
6	Полнотекстовая мультидисциплинарная база данных диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global <a href="http://proquest.com/pqdtglobal/dissertations">http://proquest.com/pqdtglobal/dissertations</a>	
7	Университетская информационная система Россия <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>	
8	Университетские библиотеки г. Перми <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> <a href="http://pspu.ru/university/biblioteka/jelektronnye-resursy-biblioteki">http://pspu.ru/university/biblioteka/jelektronnye-resursy-biblioteki</a> <a href="https://perm.hse.ru/library/">https://perm.hse.ru/library/</a> <a href="http://biblioteki.perm.ru/main/index.html?id=34">http://biblioteki.perm.ru/main/index.html?id=34</a>	
9	Наукометрическая и реферативная база данных Scopus <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	
10	Электронная база данных Web of Science <a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>	
11	Национальная электронная библиотека <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>	

## 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

