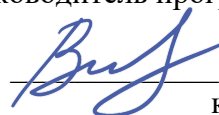


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры



В.В. Зильбершmidt
к.ф.-м.н., профессор,
научный руководитель НИЛ «МБМУ»

« _____ » « _____ » 2023 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Механика неоднородных сред»

Научная специальность	1.1.8. Механика деформируемого твердого тела
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика биоматериалов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Динамика и прочность машин (ДПМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 5 Диф.зачет

Пермь 2023

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Механика неоднородных сред» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 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)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Механика неоднородных сред» является формирование умений и навыков применения подходов, методов и математических моделей механики при выполнении научно-исследовательской работы в области изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения неоднородных материалов, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы, необходимого при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика неоднородных сред» является обязательной дисциплиной из образовательного компонента учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- проблемы механики неоднородных сред с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности;
- различные структуры неоднородных материалов, их отличительные черты и особенности деформирования и разрушения;
- методы построения математических моделей механических процессов, знаний структуры уравнений баланса для параметров механической природы, типов граничных и начальных условий;

- основные численные методы механики неоднородных сред;

Уметь:

- критически анализировать проблемы механики неоднородных сред с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;
- развивать и применять новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

Владеть:

- навыками применения новых методов и средств экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы механики неоднородных сред

(Л – 2, ПЗ – 2, СР – 26)

Тема 1. Механика неоднородных сред

Общие сведения о неоднородных и композиционных материалах и их применении. Структура, эксплуатационные и технологические свойства неоднородных и композиционных материалов: волокнистые армирующие материалы, матрицы (связующие) для композиционных материалов, процессы изготовления деталей и изделий из полимерных волокнистых композитов.

Структурно феноменологическая модель деформирования и разрушения композиционных материалов. Постановка краевой задачи теории упругости структурно неоднородной среды. Модель структурно неоднородной среды.

Постановка краевой задачи теории упругости структурно неоднородной среды. Макроскопические модули упругости композиционных материалов. Метод периодических составляющих. Метод локального приближения. Краевая задача механики деформирования и разрушения структурно неоднородных сред.

Неупругое деформирование композитов и процессы структурного разрушения. Феноменологические модели механики разрушения. Определяющие соотношения деформационной теории поврежденных сред. Современные модельные представления об особенностях разрушения композиционных и нано-структурных материалов. Механизмы и

критерии разрушения композитов. Материальные функции деформационной теории поврежденных сред. Модели разрушения по совокупности критериев.

Тема 2. Модели композиционных материалов и схемы расчетов

Понятие о модели микронеоднородной среды. Микроскопические и макроскопические величины и их связь. Эффективные определяющие соотношения. Теория эффективного модуля. Подходы Фойгта и Рейса. Вилка Хашина – Штрикмана. Некоторые методы определения эффективных характеристик. Осреднение регулярных структур. Статическая задача теории упругости в перемещениях и напряжениях. Задача для слоистых упругих композитов в перемещениях и напряжениях. Теория нулевого приближения. Волокнистые упругие композиты. Однонаправленный волокнистый композит. Решение плоской и антиплоской задачи. Примеры модельных задач. Композит с продольно-поперечной укладкой

Раздел 2. Механика неоднородных материалов

(Л – 3, ПЗ – 4, СР – 29)

Тема 3. Механика деформирования и разрушения неоднородных материалов

Основы механики деформирования твердого тела. Упругое тело: уравнения теории упругости анизотропного тела, расчёт оболочковых конструкций. Эффективные характеристики композиционных материалов. Вариационные принципы расчета. Вязкоупругость и длительная прочность. Упругопластическое тело. Экспериментальные исследования свойств композиционных материалов: упругий материал, вязкоупругий материал, упругопластичный материал. Классификация задач механики разрушения неоднородных материалов. Параметры трещиностойкости и критерии роста трещин материалов основных типов: упругие, вязкоупругие и упругопластические материалы.

Тема 4. Микромеханика неоднородных материалов

Основные определения. Определение и классификация компонентов композиционных материалов, наноструктурные компоненты. Классификация структурно неоднородных наноматериалов. Фазовая структура композитов и нанокомпозитов. Понятие и виды межфазного взаимодействия. Кинетическая концепция прочности и микромеханика разрушения твёрдых тел. Компьютерное моделирование процесса разрушения. Экспериментальное наблюдение за накоплением микротрещин. Метод акустической эмиссии. Анализ влияния прочностной неоднородности на информативность диагностических параметров акустической эмиссии. Микромеханическая модель разрушения неоднородных материалов. Прогнозирование времени разрушения образца на основе определения параметров микромеханической модели акустической эмиссии программными средствами. Критерий работоспособности деталей и конструкций из композиционных материалов и методы их оценки. Экспериментальное определение параметров микромеханической модели разрушения неоднородных материалов.

4.2 Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	2	Модели композиционных материалов и схемы расчетов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	3	Механика деформирования и разрушения неоднородных	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам

		материалов		дисциплины. Темы творческих заданий.
3	4	Микромеханика неоднородных материалов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3 Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Неупругое деформирование композитов и процессы структурного разрушения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Теория нулевого приближения.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Экспериментальные исследования свойств композиционных материалов	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	4	Экспериментальное определение параметров микромеханической модели разрушения неоднородных материалов	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Механика неоднородных сред» аспирантам 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. Список вопросов, изучаемых самостоятельно, задается руководителем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы после консультации с научным руководителем.

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1 Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1. Основная литература		
1	Кравчук А. С., Майборода В. П., Уржумцев Ю. С. Механика полимерных и композиционных материалов : экспериментальные и численные методы учебное пособие для вузов. Москва : Наука, 1985. 303 с. 19 усл. печ. л.	5
2.	Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженов [и др.] .— Долгопрудный : Интеллект, 2010 .— 347 с. : ил .	25
3.	Ванин Г. А. Микромеханика композиционных материалов : монография. Киев : Наук. думка, 1985. 302 с.	2
4.	Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред. Санкт-Петербург : Наука, 2000. 359 с.	2
5.	Фудзии Т., Дзако М. Механика разрушения композиционных материалов : пер. с яп. Москва : Мир, 1982. 232 с.	4
6.	Черепанов Г.П. Механика разрушения композиционных материалов. Москва : Наука, 1983. 296 с.	3
7.	Брытков Е. В. Механика композиционных материалов. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2021. 66 с. URL: https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-220226 (дата обращения: 20.06.2023).	ЭБ
8.	Победря Б.Е. Механика композиционных материалов : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во МГУ, 1984. 336 с.	9+ЭБ
9.	Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов: теоретические основы процессов создания композиционных материалов: учебное пособие для вузов. – Москва: Издат.дом МИСиС, 2011. – 240 с.	2
10.	Черноусов, Н. Н., Черноусов, Р. Н. Механика разрушения: В 2 частях. Ч. 2. Механика разрушения композиционных материалов : лабораторный практикум. Механика разрушения: В 2 частях. Ч. 2. Механика разрушения композиционных материалов. Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. 91 с.	ЭБ
11.	Вильдеман В. Э., Соколкин Ю. В., Ташкинов А. А. Механика неупругого деформирования и разрушения композиционных материалов. М. : Наука : Физматлит, 1997. 288 с.	3
12.	Хеллан К. Введение в механику разрушения : пер. с англ. Москва : Мир, 1988. 364 с.	14
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1.	Структурная механика неоднородных сред : сборник статей. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1982. 135 с.	2
2.	Митюшов Е. А., Гельд П. В., Адамеску Р. А. Обобщенная проводимость и упругость макрооднородных гетерогенных материалов. Москва : Металлургия, 1992. 144 с.	1
3.	Иванов К. М., Агошков О. Г. Механика сплошных неоднородных и композиционных сред : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2013. 106 с. URL: https://elib.pstu.ru/Record/lan63728 (дата обращения: 20.06.2023).	ЭБ
4.	Носов, В. В. Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2373-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209720 (дата обращения: 20.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
5.	Механика конструкций из композиционных материалов : сборник трудов IV симпозиума по механике конструкций из композиционных материалов. Новосибирск : Наука, 1984.	4
6.	Молекулярная газодинамика и механика неоднородных сред : сборник научных трудов. Москва : Наука, 1990. 263 с.	2
7.	Ханин М. В., Зайцев Г. П. изнашивание и разрушение полимерных композиционных материалов. Москва : Химия, 1990. 253 с.	3
2.2 Периодические издания		
1.	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : ПНИПУ, 2012 -. https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser122695#description	
2.	Композиты и наноструктуры : научно-технический журнал. Москва : Машиниздат, 2009-. https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser108553	
3.	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал. Москва : Наука, 1966 - . https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser23964#description	
4.	Прикладная механика и техническая физика : журнал. Новосибирск : СО РАН, 1960 - . https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser39993#description	
5.	Физическая мезомеханика : журнал. Томск : Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН, 1998 - . https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser70600#description	
6.	Физика твердого тела : журнал. Санкт-Петербург : Наука, 1959 - . https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser52642#description	
7.	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал. Москва : Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - . https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser32709	
8.	Журналы издательств Elsevier, Springer и др., доступные в e-library	Научная электронная библиотека (НЭБ)

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. - Пермь, 2016. - Режим доступа: <https://elib.pstu.ru>, свободный. - Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных: электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Лань». - СанктПетербург, 2011-2023. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана.
3. Архив научных журналов [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.]/Арх. науч. журн. – Москва, 1798-2012. – Режим доступа: <https://arch.neicon.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана

4. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. на рус. яз.]/_Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1900-. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. -Загл. с экрана
5. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс] : [реферат. база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания, электрон. журн., кн., на рус. яз.]/ Нац. электрон. б-ка. – Режим доступа: <https://rusneb.ru>, Науч.-библиограф. отдел Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. -Загл. с экрана
6. Реферативная БД ВИНТИ РАН [Электронный ресурс] : [реферат. база данных : электрон. журн. по естеств., точн. и техн. наукам на на рус. и англ. яз.]/Реферат. БД ВИНТИ РАН. – Москва, 1981 -. – Режим доступа: <http://bd.viniti.ru>, Науч.-библиограф. отдел Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. -Загл. с экрана
7. Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на рус. яз.] / Науч. электрон. б-ка. Москва, 2000-2016. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/project_risc.asp, свободный. - Загл. с экрана.
8. Academic Reference на платформе China National Knowledge Infrastructure (CNKI) [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания на англ. яз.] / CNKI. – Режим доступа: <https://ar.oversea.cnki.net>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
9. American Chemical Society Journals [Электронный ресурс] : [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. естеств. наукам на ин. яз.] / ACS Publication. – Washington, DC, 1996-. – Режим доступа: <https://pubs.acs.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
10. American Institute of Physics Journals [Электронный ресурс] : [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. естеств. наукам на ин. яз.] /AIP Publishing. – Режим доступа: <https://pubs.aip.org/aip>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
11. American Physical Society Journals [Электронный ресурс] : [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. естеств. наукам на ин. яз.] / APS Journals. – Режим доступа: <http://publish.aps.org/browse.html>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
12. Begell House Engineering Collection Journals [Электронный ресурс] : [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. естеств. наукам на ин. яз.] / BEGELL HOUSE Inc. – Режим доступа: https://www.begellhouse.com/begell_digital_portal/, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
13. Cambridge Journals [Электронный ресурс] : [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. естеств. наукам на ин. яз.] / Cambridge University Press. – Cambridge, 1770-2014, 2019-2020. – Режим доступа: <https://www.cambridge.org/core/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
14. China Academic Journals [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на кит. яз.] / China Academic Journals. – Режим доступа: <https://oversea.cnki.net/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
15. EBSCO Databases [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания, электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ.

- яз.] / EBSCOhost, Ipswich, 1800-. – Режим доступа: <https://search.ebscohost.com/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
16. EDP Sciences full collection [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. и фр. яз.] / EDP Sciences, Les Ulis. – Режим доступа: <https://publications.edpsciences.org/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
17. Oxford Journals [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по естеств., наукам на ин. яз.] / Oxford University Press, Oxford, 1996-2019. – Режим доступа: <https://academic.oup.com/journals/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
18. Royal Society Digital Journal Archive [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по естеств., наукам на ин. яз.] / The Royal Society., London, 1665-2020. – Режим доступа: <https://royalsocietypublishing.org/journals>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
19. SAGE Journals [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по естеств., наукам на ин. яз.] / SAGE Publications, – Los Angeles, 1847-. – Режим доступа: <https://journals.sagepub.com/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
20. ScienceDirect [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / Elsevier. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
21. Springer ScienceDirect [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. и нем. яз.] / SpringerLink. – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
22. Taylor & Francis [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / Informa UK Limited. – London, 1930-. – Режим доступа: <https://www.tandfonline.com/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана
23. Wiley Online Library [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / Wiley Journals. – 1996-. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. - Загл. с экрана

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

7.1 Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Высокопроизводительная рабочая станция AMD Ryzen 9 5900X, 64 GB DDR 4	12	Оперативное управление	317, 319 корпус Г

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачёт, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1 Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование:** Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на научном семинаре. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	Аспирант неуверенно выступил с устным докладом на научном семинаре или не подготовил доклад. При ответах аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Проявил частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачета по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Привести алгоритм описания процессов разрушения, процедуру пошагового нагружения для однонаправленного слоистого композиционного материала
2. Смоделировать процесс разрушения на примере пучка волокон.
3. Испытания на растяжения. Образцы для испытаний. Основные зависимости, описание техники и методики испытаний.

Типовые контрольные задания:

1. Модели механического поведения однонаправленных и слоистых КМ.
2. Виды моделей накопления повреждений в КМ.
3. Особенности поведения КМ на закритической стадии деформирования.

Полный комплект вопросов и заданий хранится на кафедре ДПМ.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		