

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании Ученого
совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
протокол №25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

название дисциплины

для направления подготовки

22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

Композиты и материалы фотоники

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины: приобретение знаний об упругости твердых тел; определение и описание стадий пластической деформации материалов; приобретение знаний об особенностях пластической деформации кристаллов и сплавов; применение феноменологических, математических и численных моделей для описания и прогнозирования явлений упругой и пластической деформации и разрушения материалов.

Задачи изучения дисциплины: ознакомление с теоретическими основами механики деформируемого тела, использование феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования явлений упругой и пластической деформации, разрушения материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Физика: Механика твердого тела. Закон Гука. Модуль Юнга. Энергия упругих деформаций.

Математика: Математический анализ в объеме дифференцирования и интегрирования функции одной переменной и функции нескольких переменных. Теория кратных интегралов и векторное поле. Гармонический анализ и теория рядов Фурье. Линейная алгебра. Функции комплексного переменного.

Теоретическая механика:

Тензоры деформации, напряжения. Виды деформаций и их количественная характеристика. Коэффициент Пуассона. Уравнение равновесия деформируемого твердого тела.

Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия:

Кристаллические структуры, группы симметрии кристаллов, решетки Браве обратная решетка.

Общее материаловедение и технологии материалов:

Дефекты кристаллического строения, вакансии, дислокации, дисклинации, дефекты упаковки, границы.

Фазовые равновесия и структурообразование:

Диаграммы состояний, фазы и структурные переходы в двухкомпонентных сплавах.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: дисциплины Химия и физика керамик, Химия и физика неорганических стекол, Химия и физика полимеров, преддипломная практика, дипломирование.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области	З-ОПК-1 Знать основы физики конденсированного состояния, современные представления о структуре материалов и технологических процессов получения конструкционных и функциональных

	материаловедения и технологии материалов	материалов; У-ОПК-1 Уметь решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; В-ОПК-1 владеть навыками исследования материалов и производственной деятельности в области материаловедения
ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	З-ОПК-2 Знать перечень основных стандартов по оформлению научно-технической документации; У-ОПК-2 Уметь оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии;
ОПК-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	З-ОПК-3 Знать основы системы менеджмента качества; У-ОПК-3 Уметь использовать основы системы менеджмента качества в управлении профессиональной деятельностью; В-ОПК-3 Владеть навыками управления профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества.
ОПК-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	З-ОПК-4 Знать перечень основных источников информации, необходимых для проведения научных исследований; У-ОПК-4 Уметь находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; В-ОПК-4 Владеть навыками поиска и переработки информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	З-ОПК-5 Знать основные методы оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований; У-ОПК-5 Уметь оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях; В-ОПК-5 Владеть навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов,

		смежных областях.
ПК-1	Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов	З-ПК-1 Знать основные методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; У-ПК-1 Уметь использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; В-ПК-1 Владеть навыками моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования
ПК-2	Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	З-ПК-2 Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании; У-ПК-2 Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов; В-ПК-2 Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания.
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы; У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности; В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий;
УКЦ-2	Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении; У-УКЦ-2 Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения; В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий;

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомоощными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомоощных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.
-----------------------------	---	--

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	Семестр
	№1
	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	32

В том числе:	
<i>лекции (лекции в интерактивной форме)</i>	16
<i>практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)</i>	16
<i>лабораторные занятия</i>	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет</i>	
<i>экзамен</i>	36
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	112
В том числе:	
<i>Подготовка к семинарским занятиям</i>	56
<i>Подготовка к выполнению лабораторных работ, оформлению отчета</i>	26
<i>Подготовка к экзамену</i>	30
Всего (часы):	180
Всего (зачетные единицы):	5

*Примерные нормы времени на выполнение студентами
внеаудиторной самостоятельной работы*

<i>Вид самостоятельной работы</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Норма времени, ак. ч</i>
1. Выполнение:		
– курсового проекта	<i>1 проект</i>	45-50
– курсовой работы	<i>1 работа</i>	25-35
– домашнего задания	<i>1 задание</i>	3-10
2. Решение отдельных задач	<i>1 задача</i>	0,5
3. Проработка		
– конспекта лекций	<i>1 п. л.</i>	0,5-1
– учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал излагается в лекциях)	<i>1 п. л.</i>	3-4
– учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал не излагается на лекциях)	<i>1 п. л.</i>	3-4
– специальной методической литературы	<i>1 п. л.</i>	5-15

4. Изучение первоисточников:		
– с составлением плана	1 п. л.	1-2
– с составлением конспекта	1 п. л.	4-5
5. Написание реферата	1 реферат	10-15
6. Составление обзора литературы	обзор, 1 п. л.	15-20
7. Подготовка:		
– к семинарским занятиям,	1 занятие	2-2,5
– к выполнению лабораторной работы, оформлению отчета	4-х часовая аудиторная работа	1-2 самостоятельной работы
– к коллоквиуму	1 коллоквиум	5-7
– к контрольной работе	1 работа	2-3
8. Перевод текста с иностранного языка	1000 знаков	1-2

Примечание – 1 п. л. соответствует в среднем 16 страницам учебника (учебного пособия) обычного формата или 40 000 знаков.

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
	Название раздела					
1	Упругость твердых тел	2	2			14
2	Неупругость твердых тел	2	2			14
3	Пластическая деформация	2	2			14
4	Пластическая деформация кристаллов	2	2			14
5	Деформация поликристалла	2	2			14
6	Ползучесть	2	2			14
	Название раздела 2					
7	Вязко-хрупкий переход	2	2			14
8	Деформация соединений	2	2			14
	Всего:	32				112

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1	Упругость твердых тел	Тензор дисторсии и деформации, девиатор деформации, тензор напряжений, закон Гука. Уравнение равновесия деформируемого тела. Модули упругости, связь между модулями упругости. Упругий гистерезис.
2	Неупругость твердых тел	Неупругость: магнитострикция, микропластичность, эффект Снука. Изменение модулей упругости с температурой. Плавление, правило Линдемана. Решеточная единица энергии.
3	Пластическая деформация	Упругое поле дислокации Тензор плотности дислокаций. Дисклинации, когерентные межфазные границы. Энергия и упругое поле дефектов в изотропной среде. Диаграммы условных и истинных напряжений. Энергия пластической деформации. Модуль упрочнения. Пластичные и хрупкие материалы. Диаграммы растяжения/сжатия пластичных и хрупких материалов. Критерий устойчивости деформации. Свободная энергия и флуктуации пластической деформации. Структуры пластического течения материалов.
4	Пластическая деформация кристаллов	Кристаллы: вакансии, дислокации (краевая, винтовая), скорость переползания и скольжения, источник Франка-Рида. Кристаллы: дефекты упаковки. границы зерен. Системы скольжения ГПУ, ГЦК, ОЦК монокристаллов. Геометрия скольжения. Закон Шмида. Стереографический треугольник. Механизмы и стадии упрочнения металлов. Эффект Баушингера.

		Сдвиговая деформация и стадии упрочнения ГЦК кристаллов. Сдвиговая деформация кристаллов - ОЦК Сдвиговая деформация ГПУ кристаллов. Двойникование в гексагональных и кубических кристаллах. Условия деформации металлов по механизмам дислокационному и двойникования Сдвиговые (мартенситные) полиморфные превращения. Сверхупругость и память формы. Деформация твердых растворов, эффект Портевена – Ле-Шателье. Деформация упорядоченных твердых растворов. Сверхструктурные дислокации.
5	Деформация поликристалла	Упругая деформация поликристалла. Упрочнение поликристалла соотношение Петча-Холла. Диаграмма деформации поликристалла. Системы скольжения - схемы Закса и Тэйлора. Скорость деформации. Зуб текучести и полосы Людерса при быстрой деформации. Ударная волна и пластическая волны деформации. Микроструктура металлов при импульсной деформации. Горячая деформация. Деформация и напряжение рекристаллизации, статическая и динамическая рекристаллизация. Сверхпластичность.
6	Ползучесть	Стационарная ползучесть Дорна, Харпера-Дорна, Набарро-Херринга и Кобла. Три стадии ползучести и карты механизмов деформации стационарной ползучести. Третья стадия ползучести. Длительная прочность. Ползучесть от внутренних сил. Метод Работнова.
7	Вязко-хрупкий переход	Вязко-хрупкое разрушение, критерий Гриффита. Вязкость разрушения и ударная вязкость. Механизмы вязко-хрупкого перехода характера разрушения. Хладостойкость сталей.
8	Деформация соединений	Деформация и ползучесть интерметаллидов и фаз внедрения. Механические свойства аморфных металлов.

		Модуль упругости двухфазной системы, вилка Хилла. Деформация и напряжения от частиц фазы в двухфазной системе Диаграммы деформации двухфазной системы.
--	--	---

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1	Упругость твердых тел	Модули упругости, связь между модулями упругости. Упругий гистерезис.
2	Неупругость твердых тел	Плавление, правило Линдемана. Решеточная единица энергии.
3	Пластическая деформация	Упругое поле дислокации Тензор плотности дислокаций. Дисклинация, когерентные межфазные границы. Энергия и упругое поле дефектов в изотропной среде. Диаграммы условных и истинных напряжений. Энергия пластической деформации. Модуль упрочнения.
4	Пластическая деформация кристаллов	Кристаллы: вакансии, дислокации (краевая, винтовая), скорость переползания и скольжения, источник Франка-Рида. Дефекты упаковки, границы зерен. Системы скольжения ГПУ, ГЦК, ОЦК монокристаллов. Геометрия скольжения. Закон Шмида. Стереографический треугольник. Деформация упорядоченных твердых растворов. Сверхструктурные дислокации.
5	Деформация поликристалла	Упругая деформация поликристалла. Упрочнение поликристалла соотношение Петча-Холла. Диаграмма деформации поликристалла. Системы скольжения - схемы Закса и Тэйлора. Ударная волна и пластическая волны деформации. Микроструктура металлов при импульсной деформации. Горячая деформация. Сверхпластичность.
6	Ползучесть	Стационарная ползучесть Дорна, Харпера-Дорна, Набарро-Херринга и Кобла. Три стадии ползучести и карты механизмов деформации стационарной ползучести. Третья стадия ползучести. Длительная прочность.

7	Вязко-хрупкий переход	Вязко-хрупкое разрушение, критерий Гриффита. Вязкость разрушения и ударная вязкость. Механизмы вязко-хрупкого перехода характера разрушения.
8	Деформация соединений	Деформация и ползучесть интерметаллидов и фаз внедрения. Механические свойства аморфных металлов. Модуль упругости двухфазной системы, вилка Хилла. Диаграммы деформации двухфазной системы.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Физика и химия новых материалов. Электронное научное издание Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева. Основные тематические направления журнала: физика; химия; материаловедение и технология конструкционных материалов. Доступен полнотекстовый архив с 2007 по 2011 год: <http://phch.mrsu.ru/>
2. Chemistry and Materials Research. Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся вопросов химии и материаловедения. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CMR/issue/archive>
3. <http://elibrary.ru/issues.asp?id=8592> – Научная электронная библиотека. Журнал «Вопросы материаловедения»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	1. Упругость твердых тел	ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и	Контрольная работа 1

		моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания; УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде; УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования;	
2.	2 Неупругость твердых тел	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии; ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества; ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях;	Контрольная работа 2
Промежуточный контроль			
9.	Экзамен	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии; ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества; ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя	Экзаменационный билет

		и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях; ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания; УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде; УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования;	
Всего; 3			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы (задания):

1. Тензор дисторсии и деформации, девиатор деформации, тензор напряжений, закон Гука.
2. Уравнение равновесия деформируемого тела.
3. Модули упругости, связь между модулями упругости.
4. Стационарная ползучесть Дорна, Харпера-Дорна, Набарро-Херринга и Кобла.
5. Три стадии ползучести и карты механизмов деформации стационарной ползучести.

б) критерии оценивания компетенций и описание шкалы оценивания:

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний

	программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

8.2.2. Контрольная работа 1- Упругость твердых тел

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Задание 1

Коэффициент Пуассона железа 0,28, $G=80$ ГПа. Найти значения остальных модулей упругости.

Задание 2

Для алюминия $G=28$ ГПа, $E=26$ ГПа. Рассчитать коэффициент Пуассона.

б) критерии оценивания компетенций и описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
с 27 до 30 баллов	Студент должен: - уметь правильно использовать методы математического моделирования в решении задач; - знать определения механики материалов и физики прочности. - показать на практике освоение методов физики прочности.
с 24 до 26 баллов	Студент должен: - знать определения механики материалов и физики прочности. - показать на практике освоение методов физики прочности.
с 19 до 23 баллов	Студент должен: - уметь использовать методы математического моделирования в решении задач;
до 18 баллов	У студента отсутствуют признаки практических знаний математического моделирования в решении задач.

8.2.3. Контрольная работа 2- Неупругость твердых тел

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Задание 1

Оценить частоту Снука, если коэффициент диффузии $10^{-18} \text{ м}^2/\text{с}$.

Задание 2

Оценить коэффициент диффузии, если частота Снука равна 2 Гц.

б) критерии оценивания компетенций и описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
с 27 до 30 баллов	Студент должен: - уметь правильно использовать методы математического моделирования в решении задач; - знать определения механики материалов и физики прочности. - показать на практике освоение методов физики прочности.
с 24 до 26 баллов	Студент должен: - знать определения механики материалов и физики прочности. - показать на практике освоение методов физики прочности.
с 18 до 23 баллов	Студент должен: - уметь использовать методы математического моделирования в решении задач;
до 17 баллов	У студента отсутствуют признаки практических знаний математического моделирования в решении задач.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольные точки № 1-2 (КТ № 1-2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Оценочное средство № 1.	18	30

	Контрольная точка № 2		
	Оценочное средство № 2.	17	30
Промежуточный	Экзамен		
	Оценочное средство		
	Билеты к экзамену	25	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Перед каждой процедурой оценивания знаний (контрольной работой) проводится устный опрос на практическом занятии и затрагивает как тематику лекционного материала, так и типовые задания контрольных работ. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые не набрали необходимого количества баллов (60) по оценочным средствам, пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций с помощью оценочных средств текущего контроля во время изучения дисциплины, проводится после дополнительной проверки компетенций преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на дополнительных занятиях.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Зуев Л.Б., Данилов В.И. Физические основы прочности материалов: Учебное пособие / Зуев Л.Б., Данилов В.И. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2013.- 376 с.
2. Реслер И., Хардерс Х., Беккер М. Механическое поведение конструкционных материалов. Пер.в нем. Учебное пособие / Реслер И., Хардерс Х., Беккер М. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011.- 504 с.
3. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц Теоретическая физика т.7. Теория упругости, М.: Наука, 1987, 248 с.
4. М.А.Штремель Прочность сплавов Часть 2. Учебник для ВУЗов. М.: МИСиС, 1997, 527 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Чернышева Т.А. Литые дисперсно-упрочненные алюмоматричные композиционные материалы: изготовление, свойства, применение / Чернышева Т.А., Курганова Ю.А., Кобелева Л.И., Болотова Л.К. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 295 с.
2. Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях / Под ред. В. Э. Вильдемана. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 204 с.
3. Б. Г. Лившиц. Металлография М: Металлургия, 1971, 422 с.
4. Физическое материаловедение. Учебник для вузов в 6 томах. Под ред. Б.А.Калина. М.: МИФИ, 2007.
5. В.Г.Малынкин. Лабораторный практикум по курсу “Материаловедение”. Обнинск. 1993.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4. http://www.nanometer.ru/library_list.html - Библиотека материаловедения
5. <http://www.iumrshq.org> - Международный союз материаловедов (IUMRS)
6. http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=2 – Издательство «Наука и технологии», ежемесячный научно-технический журнал «Материаловедение»
7. Письма о материалах. Научно-технический журнал публикует статьи по всем направлениям материаловедения и примыкающим вопросам физики конденсированного состояния. Основные рубрики журнала: Получение и анализ структуры материалов; Механические и физические свойства материалов; Обработка и применение материалов; Экспериментальные методы исследования материалов; Теория и компьютерное моделирование в материаловедении и в физике конденсированного состояния. Входит в систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://lettersonmaterials.com/ru/Readers/Volumes.aspx>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении разделов *Упругость и неупругость твердых тел* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Тензор деформации, тензор напряжений, закон Гука, уравнение равновесия деформируемого тела.
- Связь между модулями упругости.
- Упругий гистерезис.
- Магнитострикция, микропластичность, эффект Снука.
- Изменение модулей упругости с температурой.
- Плавление, правило Линдемана. Решеточная единица энергии.

При изучении раздела *Стадии пластической деформации* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Модуль упрочнения, энергия пластической деформации.
- Диаграммы условных и истинных напряжений.
- Стадии деформации. Критерий устойчивости деформации.

- Пластичные и хрупкие материалы. Диаграммы растяжения/сжатия пластичных и хрупких материалов.

При изучении раздела *Пластическая деформация кристаллов* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Системы скольжения ГПУ, ГЦК, ОЦК монокристаллов.
- Геометрия скольжения. Закон Шмида. Стереографический треугольник.
- Стадии деформации и механизмы упрочнения.

При изучении раздела *Двойникование и сдвиг* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Сдвиговая деформация ГЦК кристаллов, три стадии упрочнения.
- Сдвиговая деформация кристаллов ОЦК.
- Сдвиговая деформация гексагональных кристаллов.
- Условия деформации металлов по механизмам дислокационному и двойникования.

При изучении раздела *Деформация сплавов* необходимо обратить внимание на вопросы:

- мартенситные полиморфные превращения.
- Деформация твердых растворов, эффект Портевена – Ле-Шателье.
- Деформация упорядоченных твердых растворов.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

-

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для освоения дисциплины не требуются специализированные лаборатории и кабинеты с оборудованием, компьютерные классы, лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием и т.п.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Плановая организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента.
- При изложении всех разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями.
- Систематические индивидуальные консультации.
- Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

14.2. *Формы организации самостоятельной работы обучающихся - темы, выносимые для самостоятельного изучения (вопросы для самоконтроля)*

1. Уравнение равновесия деформируемого тела.
2. Модули упругости, связь между модулями упругости.
3. Упругий гистерезис. Неупругость: магнитострикция, микропластичность, эффект Снука.
4. Изменение модулей упругости с температурой.
5. Плавление, правило Линдемана. Решеточная единица энергии.
6. Упругое поле дислокации Тензор плотности дислокаций.
7. Геометрия скольжения. Закон Шмида. Стереографический треугольник.
8. Механизмы и стадии упрочнения металлов. Эффект Баушингера.
9. Горячая деформация. Деформация и напряжение рекристаллизации, статическая и динамическая рекристаллизация.
10. Сверхпластичность.
11. Вязкость разрушения и ударная вязкость.
12. Механизмы вязко-хрупкого перехода характера разрушения.
13. Хладостойкость сталей.
14. Деформация и ползучесть интерметаллидов и фаз внедрения.
15. Механические свойства аморфных металлов.
16. Модуль упругости двухфазной системы, вилка Хилла.
17. Деформация и напряжения от частиц фазы в двухфазной системе
18. Диаграммы деформации двухфазной системы.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде проверки письменных самостоятельных работ по указанным темам, а также при проведении семинарских занятий и рейтинговом контроле.