

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 от 24.04.2023 № 23.4

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ**

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

### **22.03.01 –Материаловедение и технологии материалов**

---

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

### **«Плазменные и лазерные технологии материалов»**

Форма обучения: очная

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель 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 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 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю.

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 реализуется в рамках вариативной части; изучается на 3-4 курсах в 6-8 семестрах.

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

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, общепрофессиональные и естественнонаучные знания	З-ОПК-1 - фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин, У- ОПК-1 - использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, В- ОПК-1 - способами использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	З-ОПК-4 знать основные методы проведения экспериментальных исследований, контроля и диагностики; У-ОПК-4 уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обработки экспериментальных данных; В-ОПК-4 владеть навыками выбора методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений, а также обработки и представления полученных экспериментальных данных.
ОПК-5	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	З-ОПК-5 знать основные прикладные аппаратно- программные средства, применяемые для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; У-ОПК-5 уметь пользоваться типовыми аппаратно-программными средствами для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; В-ОПК-5 владеть навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения научно-исследовательских задач.

ПК-1	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	З-ПК-1 знать основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; У-ПК-1 уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; В-ПК-1 владеть навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.
ПК-2	Способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	З-ПК-2 знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; У-ПК-2 уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; В-ПК-2 владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства материалов.
ПК-3	способен работать на научно-исследовательском и технологическом оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда	З-ПК-3 знать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; У-ПК-3 уметь использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; В-ПК-3 владеть навыками работы на современном аналитическом и технологическом оборудовании.

ПК-4	Способен использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях в области материаловедения	З-ПК-4 знать основные и новые технологические процессы и операции в области материаловедения; У-ПК-4 уметь использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях в области материаловедения В-ПК-4 владеть навыками использования на производстве традиционных и новых технологических процессов и операций.
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

#### 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			
	№ 6	№ 7	№ 8	Всего
	Количество часов на вид работы:			
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	48	18	114
В том числе:				
<i>лекции</i>	16	16	10	42
<i>практические занятия</i>	32	32	8	72
<i>лабораторные занятия</i>	-	-	-	-
<b>Промежуточная аттестация</b>				
В том числе:				
<i>зачет</i>	-	-	-	-
<i>зачет с оценкой</i>				
<i>экзамен</i>	-	-	36	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>				
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	24	60	18	102
В том числе:				
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	24	30	10	54
<i>подготовка ко всем видам контрольных испытаний текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>		20		=
<i>подготовка ко всем видам контрольных испытаний промежуточной аттестации (по окончании семестра)</i>		10	6	4
<b>Всего (часы):</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>288</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

**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
	<b>Название раздела</b>					
<b>1</b>	<b>Упругость твердых тел</b>	7	12			8
<b>2</b>	<b>Неупругость твердых тел</b>	5	10			8
<b>3</b>	<b>Пластическая деформация</b>	4	10			8
	<b>Итого за 6 семестр:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>			<b>24</b>
<b>4</b>	<b>Пластическая деформация кристаллов</b>	7	12			7
<b>5</b>	<b>Деформация поликристалла</b>	5	10			7
<b>6</b>	<b>Ползучесть</b>	4	10			7
	<b>Итого за 7 семестр:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>			<b>60</b>
	<b>Название раздела 2</b>					2
<b>7</b>	<b>Вязко-хрупкий переход</b>	6	5			7
<b>8</b>	<b>Деформация соединений</b>	4	3			7
	<b>Итого за 8 семестр:</b>	<b>10</b>	<b>8</b>			<b>18</b>
	<b>Всего:</b>	<b>114</b>				<b>102</b>

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
<b>Название раздела</b>		
1	<b>Упругость твердых тел</b>	Тензор дисторсии и деформации, девиатор деформации, тензор напряжений, закон Гука. Уравнение равновесия деформируемого тела. Модули упругости, связь между модулями упругости. Упругий гистерезис.
2	<b>Неупругость твердых тел</b>	Неупругость: магнитоstriction, микропластичность, эффект Снука. Изменение модулей упругости с температурой. Плавление, правило Линдемана. Решеточная единица энергии.
3	<b>Пластическая деформация</b>	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. 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	<b>Пластическая деформация кристаллов</b>	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
<b>Название раздела</b>		
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. Дислокации, когерентные межфазные границы. Энергия и упругое поле дефектов в изотропной среде. Диаграммы условных и истинных напряжений. Энергия пластической деформации. Модуль упрочнения.
4	Пластическая деформация	Кристаллы: вакансии, дислокации (краевая, винтовая), скорость переползания и скольжения, источник Франка-

	<b>кристаллов</b>	Рида. Дефекты упаковки, границы зерен. Системы скольжения ГПУ, ГЦК, ОЦК монокристаллов. Геометрия скольжения. Закон Шмида. Стереографический треугольник. Деформация упорядоченных твердых растворов. Сверхструктурные дислокации.
<b>5</b>	<b>Деформация поликристалла</b>	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.
<b>6</b>	<b>Ползучесть</b>	Стационарная ползучесть Дорна, Харпера-Дорна, Набарро-Херринга и Кобла. Три стадии ползучести и карты механизмов деформации стационарной ползучести. Третья стадия ползучести. Длительная прочность.
<b>7</b>	<b>Вязко-хрупкий переход</b>	Вязко-хрупкое разрушение, критерий Гриффита. Вязкость разрушения и ударная вязкость. Механизмы вязко-хрупкого перехода характера разрушения.
<b>8</b>	<b>Деформация соединений</b>	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. Электронно-библиотечная система <http://elibrary.ru>
2. Электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий IQlib
3. Электронно-библиотечная система система <http://e.lanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ <http://mephi.ru>

## **8. 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.

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

- 9.1. [http://www.nanometer.ru/library\\_list.html](http://www.nanometer.ru/library_list.html) - Библиотека материаловедения
- 9.2. <http://www.iumrshq.org> - Международный союз материаловедов (IUMRS)
- 9.3. [http://www.nait.ru/journals/index.php?p\\_journal\\_id=2](http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=2) – Издательство «Наука и технологии», ежемесячный научно-технический журнал «Материаловедение»
- 9.4. 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;

**10. 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 двойникованию.

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

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

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

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### ***11.1 Перечень информационных технологий***

Не требуется

### ***11.2 Перечень программного обеспечения***

Не требуется

### ***11.3 Перечень информационных справочных систем***

Не требуется

## **12. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий

Специализированная мебель:

Стол преподавателя – 1 шт.;

Стол двухместный – 24 шт.;

Стул – 50 шт.;  
 Доска меловая – 1 шт.

### 13. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

#### 13.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Упругость твердых тел	лекция, семинары	13	Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента.
2	Неупругость твердых тел	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
3	Пластическая деформация	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
4	Пластическая деформация кристаллов	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в
5	Деформация поликристалла	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
6	Ползучесть	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
7	Вязко-хрупкий переход	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

8	Деформация соединений	лекция, семинары	13	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
---	-----------------------	------------------	----	--

### **13.2 Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

1. Биномиальное распределение, распределение Пуассона. Распределение Гаусса, логнормальное распределение. Вычисление термодинамических функций. [1-5]
2. Распределение Больцмана и Максвелла-Больцмана. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. [1-5]
3. Уравнение Ми-Грюнайзена. Уравнение Грюнайзена. Плазмоны. [1,6]

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

## **14. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополни-тельной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях

ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил:**

В.А.Степанов, профессоротделения ЛаПлаз, д.ф.-м.н., доцент

**Рецензент:**

О.А.Плаксин, нач. отдела ГНЦ РФ-ФЭИ, д.ф.-м.н., доцент