

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Факультет Прикладной математики и механики

Кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н. В. Лобов

2018 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Физические основы прочности и пластичности»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки:	<u>28.03.03 Наноматериалы</u>
Направленность (профиль) образовательной программы:	<u>Конструкционные наноматериалы</u>
Квалификация выпускника:	<u>бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная/заочная</u>
Срок обучения:	<u>4 года/5 лет</u>

Курс: 3 **Семестр(ы):** 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля: Зачет – 6 семестр

Пермь 2018

Содержание

1. Общие положения

- 1.1. Цель учебной дисциплины
- 1.2. Задачи учебной дисциплины
- 1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты
- 1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (индикаторами достижения компетенций)

- 2.1. Дисциплинарная карта компетенции

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

4. Содержание учебной дисциплины

- 4.1. Модульный тематический план
- 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины
- 4.3. Перечень тем практических занятий
- 4.4. Перечень тем лабораторных работ

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

- 5.1. Виды самостоятельной работы студентов
 - 5.1.1. Изучение теоретического материала
 - 5.1.2. Тематика расчетно-графических работ
- 5.2. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

6. Фонд оценочных средств дисциплины

- 6.1. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения компонентов и частей компетенций
- 6.2. Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций
- 6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

7. График учебного процесса по дисциплине

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой
- 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 8.3.1. Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы
- 8.4. Аудио- и видео-пособия

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

- 9.1. Специализированные лаборатории и классы
- 9.2. Основное учебное оборудование

1. Общие положения

1.1. Цель дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области исследования физических основ пластичности и прочности материалов. Изучение ключевых механизмов неупругого деформирования и разрушения. Привитие навыков и умения физического анализа механизмов неупругого деформирования и разрушения поликристаллических металлов и сплавов, адекватного математического описания этих механизмов.

В процессе освоения данной дисциплины студент расширяет, углубляет и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

– быть способным использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ПК-2).

1.2. Задачи дисциплины:

Формирование знаний:

- о изучении ключевых механизмов неупругого деформирования и разрушения металлов, базовых моделей механики трещин, основных закономерностей, характера формирования и эволюции дислокационных структур монокристаллов и поликристаллов металлических систем, экспериментальных закономерностей пластического деформирования и разрушения материалов, экспериментальных методик исследования поведения твердого тела при различных типах нагружения.

Формирование умений:

- применения существующих теорий деформирования и разрушения для модификаций существующих моделей при решении конкретных проблем; получать и использовать экспериментальные данные для верификации модели.

Формирование навыков:

–решения задач, связанных с исследованием прочности и пластичности материалов.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Основные понятия и определения физики твердого тела в целом и теории дефектов – в особенности; механики деформирования и разрушения;
- Физико-механические основы и физические механизмы, ответственные за неупругое деформирование и разрушение металлов и сплавов;
- Основные модели механики трещин;
- Современные экспериментальные данные исследования поведения неупругого деформирования и разрушения материалов;
- Современные теоретические и модельные представления при изучении реакции твердых тел на различные типы воздействий.;

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физические основы прочности и пластичности» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» при освоении ОПОП по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» бакалаврской программы «Конструкционные наноматериалы».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и параллельно изучаемые дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно изучаемые дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-2	Способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние, о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой	1. Конструкционные материалы и наноматериалы, 2. Физика твёрдого тела, 3. Производственная практика, научно-исследовательская работа	1. Программные системы вычислительной математики,

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (индикаторами достижения компетенций)

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-2:

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код	Формулировка компетенции
ПК-2	Способен использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние

Код	Формулировка индикатора достижения компетенции
ПК-2.Б1.В.03	ИД-3пк-2. Владеет навыками создания и использования простейших математических моделей пластической деформации и разрушения.

Требования к компонентному составу компетенции

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: основные модели механики трещин, экспериментальные методики исследования поведения материалов, физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы для текущего и рубежного контроля.

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды учебной работы	Средства оценки
Уметь: использовать математические модели в научной и познавательной деятельности, применять информационные и компьютерные технологии в научной и познавательной деятельности.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям	Типовые задания к практическим занятиям. Практические задания к зачету. Вопросы для текущего и рубежного контроля.
Владеть: профессиональными навыками создания и использования простейших математических моделей пластической деформации и разрушения	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям. Индивидуальные задания.	Вопросы для текущего и рубежного контроля. Практические задания к зачету. Проверка отчетов по индивидуальным заданиям

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость, ч	
		По семестрам	Всего
1	2	3	4
		6 семестр	
1.	Контактная аудиторная работа	36	36
	-в том числе в интерактивной форме	4	4
	Лекции (Л)	16	16
	-в том числе в интерактивной форме	2	2
	Практические занятия (ПР)	18	18
	-в том числе в интерактивной форме	2	2
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
2.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ)	23	23
	- изучение теоретического материала (ИТМ)	29	29
	-индивидуальное задание	20	20
3.	Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет	Зачет
4.	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	108	108
	в зачётных единицах (ЗЕТ)	3	3

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)						Трудоёмкость, ч/ЗЕ	
			Контактная аудиторная работа				Промежуточный контроль	самостоятельная работа		
			Всего	Л	ПЗ	КСР				
1	2	3	4	5	6		8	9	10	
1	Введение		1	1						1
	Раздел 1	1	2	1	1				ИТМ-2 ПАЗ-2	6
		2	2	1	1				ИТМ-5 ИЗ-6	13
		3	2	1	1				ИТМ-5 ПАЗ-5	12
		4	2	1	1				ИТМ-4 ИЗ-7	13
		5	2	1	1				ИТМ-3 ИЗ-7	12
	Итого по модулю 1		12	6	5	1			46	58/1,6
2	Раздел 2	6	6	2	4			ИТМ-2 ПАЗ-4	12	
		7	7	3	4			ИТМ-4 ПАЗ-8	19	
		8	8	3	5			ИТМ-4 ПАЗ-4	16	
	Заключение		2	2						2
	Итого по модулю 2		24	10	13	1			26	50/1,4
Промежуточная аттестация			-	-	-		Зачет	-		
Итого			36	16	18	2		72	108/3	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Физические основы пластичности

Раздел 1. Физические основы пластичности

Л – 6 ч, ПЗ – 5 ч, КСР – 1 ч, СРС – 46 ч.

Введение. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения.

Тема 1. Дефекты кристаллической решетки. Точечные дефекты, вакансии. Диффузионный механизм пластичности. Механизмы неупругого деформирования, консервативное и неконсервативное движение дислокаций, их взаимодействие между собой и с другими дефектами.

Тема 2. Теоретическая прочность кристаллов на сдвиг. Атомная модель сдвига по Френкелю. Соотношение между теоретической и экспериментально наблюдаемой прочностью на сдвиг. Критерий текучести Шмида, касательные напряжения, уравнение Орована. Общие закономерности пластичного течения в кристаллах. Кристаллографическая природа скольжения. Системы скольжения в кристаллах.

Тема 3. Механизмы и законы упрочнения систем скольжения, активное и латентное упрочнение, влияние границ зерен. Локализация пластических деформаций, влияние

геометрии образца. Анализ касательных напряжений в системах скольжения. Влияние ориентации кристалла на предел текучести. Кинематика пластического деформирования кристаллитов. Трансляционная и ротационная моды деформации, двойникование.

Тема 4. Теория деформационного упрочнения монокристаллов, кривые течения монокристаллов с различным типом решетки. Стадии упрочнения в кубических и гексагональных кристаллах. Общие закономерности пластического течения на разных стадиях деформирования. Физические механизмы упрочнения кристаллов. Дислокационная модель скольжения и скопления дислокаций на разных стадиях упрочнения.

Тема 5. Эволюция дефектной структуры в процессе глубоких пластических деформаций. Клубки и сплетения дислокаций. Ячеистая дислокационная структура. Модели ближкодействующего и дальнедействующего взаимодействия дислокаций. Коллективные эффекты в дислокационных ансамблях. Разориентированные ячеистые структуры. Полосовые структуры. Фрагментация кристаллов. Ротационные моды деформации. Носители ротационной пластичности.

Модуль 2. Физические основы прочности.

Раздел 2. Физические основы прочности.

Л – 10 ч, ПЗ – 13 ч, КСР – 1 ч, СРС – 26 ч.

Тема 6. Механизмы разрушения. Механизмы зарождения и роста трещин и пор. Раскалывающие дислокации. Предельная деформация и разрушение металлов. Критическая фрагментированная структура деформируемых металлов. Характеристика трещин при внутризеренном разрушении. Температурная зависимость разрушения и ее связь с механизмами разрушения.

Тема 7. Взаимодействие трещин с границами зерен и субзерен. Скачкообразное распространение трещин. Дислокационные трещины и границы. Барьерное действие границ зерен. Энергия взаимодействия трещин с межзеренной границей. Взаимодействие трещин с двойниками, включениями и полосами скольжения.

Тема 8. Прочность материалов. Идеально пластическое разрушение, предельная нагрузка. Вязкое разрушение в условиях ползучести. Хрупко-вязкое разрушение, хрупкие разрушения. Накопление повреждений при усталостных нагружениях. Связь дефектной структуры с механизмами разрушения.

Заключение.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.3 – Темы практических занятий

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ
1.	1	Поля напряжений и перемещений дислокаций в изотропной упругой среде. Взаимодействие дислокаций с другими дефектами решетки. Диффузия в анизотропных кристаллах.
2.	2	Условие текучести Шмида, определение поверхности текучести ГЦК, ОЦК и ГПУ монокристаллов. Механизмы и законы упрочнения систем скольжения, активное и латентное упрочнение, влияние границ зерен.
3.	3	Вывод кинематических соотношений для описания пластического деформирования кристаллитов. Определение пластических деформаций за счет скольжения дислокаций и двойникования. Описание ротации кристаллической решетки. Установление влияния

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ
		ориентации монокристалла на предел текучести.
4.	4	Модели упрочнения в ГЦК, ОЦК и ГПУ кристаллах, в основу которых положено рассмотрение дефектной структуры кристаллов.
5.	5	Моделирование близкодействующего и дальнедействующего взаимодействия дислокаций. Силы взаимодействия подвижных дислокаций с коллективными дефектными решеточными структурами. Поле напряжений дисклинаций, собственная энергия дисклинации.
6.	6	Определение критических параметров разрушения кристаллов в простейших моделях разрушения.
7.	7	Простейшие модели, описывающие взаимодействие трещин с дефектами кристаллической решетки.
8.	8	Примеры идеально пластического разрушения тел. Время разрушения в условиях ползучести. Задачи о накоплении повреждений.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрен

4.5 Перечень тем курсовых работ

Не предусмотрено

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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. Особое внимание следует уделить выполнению практических занятий.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится в п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Тематика для самостоятельного изучения теоретического материала дисциплины:

Тема 1. Дефекты кристаллической решетки. Точечные дефекты, вакансии. Диффузионный механизм пластичности. Механизмы неупругого деформирования, консервативное и неконсервативное движение дислокаций, их взаимодействие между собой и с другими дефектами.

Тема 2. Теоретическая прочность кристаллов на сдвиг. Атомная модель сдвига по Френкелю. Соотношение между теоретической и экспериментально наблюдаемой прочностью на сдвиг. Критерий текучести Шмида, касательные напряжения, уравнение Орована. Общие закономерности пластичного течения в кристаллах. Кристаллографическая природа скольжения. Системы скольжения в кристаллах.

Тема 3. Механизмы и законы упрочнения систем скольжения, активное и латентное упрочнение, влияние границ зерен. Локализация пластических деформаций, влияние

геометрии образца. Анализ касательных напряжений в системах скольжения. Влияние ориентации кристалла на предел текучести. Кинематика пластического деформирования кристаллитов. Трансляционная и ротационная моды деформации, двойникование.

Тема 4. Теория деформационного упрочнения монокристаллов, кривые течения монокристаллов с различным типом решетки. Стадии упрочнения в кубических и гексагональных кристаллах. Общие закономерности пластического течения на разных стадиях деформирования. Физические механизмы упрочнения кристаллов. Дислокационная модель скольжения и скопления дислокаций на разных стадиях упрочнения.

Тема 5. Эволюция дефектной структуры в процессе глубоких пластических деформаций. Клубки и сплетения дислокаций. Ячеистая дислокационная структура. Модели близкогодействующего и дальнегодействующего взаимодействия дислокаций. Коллективные эффекты в дислокационных ансамблях. Разориентированные ячеистые структуры. Полосовые структуры. Фрагментация кристаллов. Ротационные моды деформации. Носители ротационной пластичности.

Тема 7. Взаимодействие трещин с границами зерен и субзерен. Скачкообразное распространение трещин. Дислокационные трещины и границы. Барьерное действие границ зерен. Энергия взаимодействия трещин с межзеренной границей. Взаимодействие трещин с двойниками, включениями и полосами скольжения.

5.1. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	1. Изучение теоретического материала	2
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	2
2	1. Индивидуальное задание	6
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	5
3	1. Изучение теоретического материала	5
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	5
4	1. Индивидуальное задание	7
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	4
5	1. Индивидуальное задание	7
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	3
6	1. Изучение теоретического материала	2
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	4
7	1. Изучение теоретического материала	4
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	8
8	1. Изучение теоретического материала	4
	2. Подготовка к аудиторным занятиям	4
	Итого: в ч / в ЗЕТ	72/2

5.2 Индивидуальные задания

Требования к индивидуальным заданиям

Индивидуальные задания являются комплексными и выполняются в форме доклада согласно теме, выданной преподавателем. Список типовых тем:

1. Механизмы неупругого деформирования.
2. Атомная модель сдвига по Френкелю.
3. Критерий текучести Шмида.

4. Системы скольжения в кристаллах.
5. Локализация пластических деформаций, влияние геометрии образца.
6. Общие закономерности пластического течения на разных стадиях деформирования.
7. Клубки и сплетения дислокаций.
8. Ячеистая дислокационная структура.

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Дисциплина базируется на модульной технологии обучения.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов. Лекции-презентации подготовлены с использованием инновационного объяснительно-иллюстративного метода.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму. На практических занятиях предполагается также решение профессионально-ориентированных задач

В процессе изучения дисциплины, наряду с традиционными технологиями, используются инновационные технологии, охватывающие все виды и формы обучения: лекции, практики, самостоятельную работу, контроль.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения компонентов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ИЗ	РК	Зачет
Усвоенные знания				
З.1 Знать основные модели механики трещин, экспериментальные методики исследования поведения материалов, физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов.		ИЗ	РКР.1.-РКР.2.	ТВ
Освоенные умения				
У.1 уметь использовать математические модели в научной и познавательной деятельности, применять информационные и компьютерные технологии в научной и познавательной деятельности;	ЗПЗ 1-8	ИЗ	РКР.1.- РКР.2.	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 владеть профессиональными навыками создания и использования простейших математических моделей пластической деформации и разрушения;	ЗПЗ 1-8	ИЗ	РКР.1.-РКР.2.	КЗ

ЗПЗ – защита практического задания;
 РКР – рубежная контрольная работа;
 КЗ – комплексное задание;
 ТВ – теоретический вопрос;
 ПЗ – практическое задание;
 ИЗ – индивидуальное задание.

6.2 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме защиты практических заданий в рамках устного опроса студента по выполненному материалу. Всего предусмотрено 8 тем практических занятий (18 часов). По каждому модулю: модуль 1 – 5 часов (5 практических задания), по модулю 2 – 13 часов (4 практических задания), модуль 3 – 4 часа (2 практических задания), модуль 3 – 9 часов (3 практических задания).

6.3 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1, 2).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

РКР.1. Физические основы пластичности

Модуль 2

РКР.2. Физические основы прочности

6.4 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Зачёт

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий и иных видов аудиторных занятий и самостоятельной работы.

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям (6 семестр)																Итого, ч	
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		40
Раздел:	P1								P2									
<i>Лекции</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
<i>КСР</i>											1						1	2
<i>Практические занятия</i>	1		2		1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2		1	18
<i>Изучение теоретического материала</i>		3	3		3	3		3	3		3	2		2	2		2	29
<i>Курсовая работа</i>				4			4			4			4			4		20
<i>Подготовка к аудиторным занятиям</i>	1		1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	3	1	1	23
Модуль:	M1								M2								108	
Контр. работа								+									+	
Дисциплин. контроль																		Зачет

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.03
Физические основы прочности и пластичности

(полное название дисциплины)

Блок 1. Дисциплины (модули)
 (цикл дисциплины)

28.03.03

(код направления подготовки / специальности)

Наноматериалы/ Конструкционные наноматериалы

(код направления подготовки / специальности)

НМ/КНМ

(аббревиатура направления / специальности)

Уровень подготовки:	<input type="checkbox"/>	специалист	Форма обучения:	<input checked="" type="checkbox"/>	очная
	<input checked="" type="checkbox"/>	бакалавр		<input type="checkbox"/>	заочная
	<input type="checkbox"/>	магистр		<input type="checkbox"/>	очно-заочная

2018
 (год утверждения учебного плана ООП)

Семестр: 6 Количество групп: 1
 Количество студентов: 20

Антон Юрьевич Янц к-т. физ.-мат наук, доцент
 Факультет прикладной математики и механики, кафедра Математическое моделирование систем и процессов, телефон: 239-12-97

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1 Основная литература		
1	Основы механики сплошной среды : курс лекций : учебное пособие для вузов / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский .— Москва : Физматлит, 2006 .— 272 с.	26
2	Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, - 3-е изд., переработ. и доп., 1990.- 528 с.	151
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Трусов П.В., Волегов П.С., Кондратьев Н.С. Физические теории пластичности. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. 244 с.	5
2	Качанов Л.М Основы механики разрушения. – М.: Наука, 1974. 312 с.	7
3	Рыбин В.В. Большие пластические деформации и разрушение металлов. – М.: Металлургия, 1986. 224 с.	2
4	Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. – М.: Мир, 1972. 408 с.	4
2.2. Периодические издания		
	«Проблемы прочности»	
	«Физика твердого тела»	
	«Физическая мезомеханика»	
	«Деформация и разрушение материалов»	
	«Проблемы прочности и пластичности»	
2.2 Периодические издания		
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
2.5 Информационные ресурсы, электронно-библиотечные системы и профессиональные базы данных		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана	
2	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2017. – Режим доступа: http://e.lanbook.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана	
3	eLibrary [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных: электрон. журн. на рус, англ., нем. яз.: реф. и наукометр. база	

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
	данных] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1869- . – Режим доступа: http://elibrary.ru/ . – Загл. с экрана.	
4	Science [Электронный ресурс]: [электрон. версия еженед. междисциплинар. науч. журн. на англ. яз.] / The American Association for the Advancement of Science (AAAS). – Washington, 2017. – Режим доступа: http://www.sciencemag.org/magazine , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
5	Web of Science [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Thomson Reuters. – New York, 2017. – Режим доступа: http://apps.webofknowledge.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
6	Консультант Плюс [Электронный ресурс: справочная правовая система: документы и комментарии: универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	
7	Техэксперт. 6.2014 [Электронный ресурс]: норматив.-техн. информ. / Консорциум «Кодекс». – Версия 6.3.2.22, сетевая. – Электрон. текст. дан. – Санкт-Петербург, 1991. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ка Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на 1.09.2018
 (дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки  Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
 (дата контроля литературы)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного Занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Практические занятия	Windows XP Professional	42615552	прикладное программное обеспечения для работы с электронными таблицами, процессорами; системами по работе с базами данных; интегрированными пакетами программ;
2	Практические занятия	Microsoft Office 2007	42661567	офисный пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др.

8.3 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия					Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	плакаты	модели	
1	2	3	4	5	6
1	–	–	–	–	–

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

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория для занятий лекционного и занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации	ММСП	316, к. В	51	40
2	Аудитория для занятий	ММСП	318, к. В	51	40

	лекционного и занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации				
3	Аудитория для самостоятельной работы студентов	ЦЭМ	312, к. Д	33,6	12
4	Аудитория для самостоятельной работы студентов	МКМК	403, к. Д	90	25

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1.	Компьютеры (в составе Intel(R) Core(TM)i5CPU @3ГГц, 4ГБ ОЗУ)	10	Оперативное управление	316, к. В
2.	Компьютеры (в составе Intel(R) Core(TM)i5CPU @3ГГц, 4ГБ ОЗУ)	6	Оперативное управление	318, к. В
3.	Проектор PanasonicPT-LB78V	1	Оперативное управление	316, к. В
4.	Ноутбук HPG62	1	Оперативное управление	316, к. В
5.	Переносной напольный экран APOLLO SAM-4303	1	Оперативное управление	318, к. В
6.	Проектор Acer x1260P	1	Оперативное управление	318, к. В
7.	Ноутбук Asus X756UQ	1	Оперативное управление	318, к. В
8.	Компьютеры (в составе Intel(R) Core(TM)i5CPU @3ГГц, 4ГБ ОЗУ)	5	Оперативное управление	312, к. Д
9.	Компьютеры (в составе Intel(R) Core(TM)i3CPU @2.93ГГц, 3.6ГБ ОЗУ)	12	Оперативное управление	403, к. Д
10.	Проектор PanasonicPT-LB78V	1	Оперативное управление	403, к. Д
11.	Ноутбук LenovoThinkPad	1	Оперативное управление	403, к. Д
12.	Переносной напольный экран APOLLO SAM-4303	1	Оперативное управление	403, к. Д

Лист регистрации изменений

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

Специальные условия для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В целях доступности получения образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению, слуху, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, используется электронная информационно-образовательная среда организации, где размещается электронная версия рабочей программ. В рабочей программе приведен перечень информационных ресурсов (ЭБС, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем), находящихся в электронной библиотечной системе университета.

При организации самостоятельной работы обучающихся им рекомендуется основное внимание уделять работе с учебными материалами, в том числе в электронном виде, предлагаемыми для изучения, сопоставлению и дополнению материалов, записанных на аудиторных занятиях, с информацией, имеющейся в рекомендуемой литературе и на электронных ресурсах.

Доступ ко всем необходимым для организации самостоятельной работы обучающихся учебно-методическим материалам выполнен в качестве гиперссылок на ресурсы, размещенные в сети Интернет.

Для каждого обучающегося предусмотрен свободный доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет, предоставляются учебные, методические печатные и электронные издания (включая электронные базы периодических изданий) в форме, адаптированной к ограничениям здоровья: в печатной форме; в форме электронного документа.

Учебно-вспомогательным персоналом кафедр, при необходимости, оказывается помощь в предоставлении результатов работы обучающегося в установленной форме.

В целях доступности получения образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению дополнительно обеспечивается:

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт).
- возможность индивидуального равномерного освещения не менее 300 люкс.
- компьютерная техника оснащенная программными средствами усиления остаточного зрения («Электронная лупа»).
- для выполнения заданий, связанных с использованием компьютерной техники предоставляется клавиатура, оснащенная комплектом для маркировки азбукой Брайля

При проведении занятий по запросу обучающихся осуществляется чтение того, что пишется на доске; предоставляются учебно-методические материалы, напечатанные укрупненным шрифтом. Обучающимся рекомендуется использовать диктофоны для записи лекций.

В целях доступности получения образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху дополнительно обеспечивается:

- сопровождение воспроизводимой информации записями на доске;
- представление воспроизводимой информации в форме презентаций;
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики

(наименование факультета)

кафедра Математическое моделирование систем и процессов

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Особенности осуществления образовательной деятельности по дисциплине «Физические основы прочности и пластичности» для заочной формы обучения

Программа бакалавриата

Направление подготовки: 23.03.03 «Наноматериалы»

Направленность (профиль)
программы бакалавриата:

Конструкционные наноматериалы

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

Экспериментальная механика и конструкционное
материаловедение

Форма обучения:

заочная

Курс: 4 .

Семестр(-ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: - нет Зачёт: - 7

Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - 7

Пермь 2018

Данное приложение является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины **«Физические основы прочности и пластичности»** и включает изменения и дополнения таблиц 3.1 и 4.1, пункта 5.2 и нового пункта 4.8, связанные со спецификой заочной формы обучения, остальные пункты и таблицы остаются без изменений.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость, ч	
		По семестрам	Всего
1	2	3	4
		7 семестр	
1.	Контактная аудиторная работа	18	18
	Лекции (Л)	8	8
	Практические занятия (ПР)	8	8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
2.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	86	86
	- подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ)	43	43
	- самостоятельное изучение теоретического материала, выполнение контрольных работ (ИТМ)	43	43
3.	Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет	Зачет
	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕТ)	108 3	108 3

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (заочная форма обучения)					Трудоёмкость, ч/ЗЕТ	
			Контактная аудиторная работа			КСР	Промежуточный контроль		самостоятельная работа
			Всего	Л	ПЗ				
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
1	Введение		1	1	-			-	2
	Раздел 1	Тема 1	2	1	1			ПАЗ-10	12
		<i>Тема 2</i>	2	1	1			ИТМ-11	13
		<i>Тема 3</i>	2	1	1			ПАЗ-11	13
		<i>Тема 4</i>	2	1	1			ИТМ-11	13
		<i>Тема 5</i>	3	1	1	1		ПАЗ-11	14
	Итого по модулю 1			12	6	5	1		54
2	Раздел 2	<i>Тема 6</i>	1.5	0.5	1			ИТМ-11	12.5
		<i>Тема 7</i>	1.5	0.5	1			ПАЗ-11	12.5
		<i>Тема 8</i>	1.5	0.5	1	1		ИТМ-10	11.5
	Заключение		0.5	0.5	-			-	0.5

	Итого по модулю 2	6	2	3	1		33	39/1.08
Промежуточная аттестация	-	-	-	-	-	Зачет	-	
	Итого	18	8	8	2		86	108/3

4.8. Контрольная работа

Тематика контрольных работ:

- дефекты кристаллической решетки;
- теоретическая прочность кристаллов на сдвиг;
- механизмы и законы упрочнения систем скольжения;
- теория деформационного упрочнения монокристаллов;
- эволюция дефектной структуры в процессе глубоких пластических деформаций;
- механизмы разрушения;
- взаимодействие трещин с границами зерен и субзерен;
- прочность материалов.

Указания по подготовке контрольной работе

Для подготовки контрольной работы преподаватель на первом занятии выдает студенту один вопрос из представленного перечня. Контрольная работа выполняется самостоятельно в соответствии с Методическими рекомендациями по самостоятельной работе.

5.2. Изучение теоретического материала

Тема 1. Дефекты кристаллической решетки. Точечные дефекты, вакансии. Диффузионный механизм пластичности. Механизмы неупругого деформирования, консервативное и неконсервативное движение дислокаций, их взаимодействие между собой и с другими дефектами.

Тема 2. Теоретическая прочность кристаллов на сдвиг. Атомная модель сдвига по Френкелю. Соотношение между теоретической и экспериментально наблюдаемой прочностью на сдвиг. Критерий текучести Шмида, касательные напряжения, уравнение Орована. Общие закономерности пластичного течения в кристаллах. Кристаллографическая природа скольжения. Системы скольжения в кристаллах.

Тема 3. Механизмы и законы упрочнения систем скольжения, активное и латентное упрочнение, влияние границ зерен. Локализация пластических деформаций, влияние геометрии образца. Анализ касательных напряжений в системах скольжения. Влияние ориентации кристалла на предел текучести. Кинематика пластического деформирования кристаллитов. Трансляционная и ротационная моды деформации, двойникование.

Тема 4. Теория деформационного упрочнения монокристаллов, кривые течения монокристаллов с различным типом решетки. Стадии упрочнения в кубических и гексагональных кристаллах. Общие закономерности пластического течения на разных стадиях деформирования. Физические механизмы упрочнения

кристаллов. Дислокационная модель скольжения и скопления дислокаций на разных стадиях упрочнения.

Тема 5. Эволюция дефектной структуры в процессе глубоких пластических деформаций. Клубки и сплетения дислокаций. Ячеистая дислокационная структура. Модели близкогодействующего и дальнегодействующего взаимодействия дислокаций. Коллективные эффекты в дислокационных ансамблях. Разориентированные ячеистые структуры. Полосовые структуры. Фрагментация кристаллов. Ротационные моды деформации. Носители ротационной пластичности.

Тема 7. Взаимодействие трещин с границами зерен и субзерен. Скачкообразное распространение трещин. Дислокационные трещины и границы. Барьерное действие границ зерен. Энергия взаимодействия трещин с межзеренной границей. Взаимодействие трещин с двойниками, включениями и полосами скольжения.

Приложение 2 к рабочей программе дисциплины

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Физические основы прочности и пластичности»**

Направление подготовки:	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструкционные наноматериалы
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Форма обучения:	Очная/заочная

Пермь 2018

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина «Физические основы прочности и пластичности» участвует в формировании компетенции обучающегося:

– быть способным использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ПК-2).

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках промежуточного и рубежного контроля и промежуточной аттестации при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, лабораторных работ и индивидуальных заданий, дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ИЗ	РК	Зачет
Усвоенные знания				
З.1 Знать основные модели механики трещин, экспериментальные методики исследования поведения материалов, физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов.		ИЗ	РКР.1.-РКР.2.	+
Освоенные умения				
У.1 уметь использовать математические модели в научной и познавательной деятельности, применять информационные и компьютерные технологии в научной и познавательной деятельности;	ЗПЗ 1-8	ИЗ	РКР.1.- РКР.2.	+
Приобретенные владения				
В.1 владеть профессиональными навыками создания и использования простейших математических моделей пластической деформации и разрушения;	ЗПЗ 1-8	ИЗ	РКР.1.-РКР.2.	+

ЗПЗ – защита практического задания;

РКР – рубежная контрольная работа;

ИЗ – индивидуальное задание.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов промежуточного и рубежного контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Текущий и промежуточный контроль

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме защиты практических заданий, отчетов по лабораторным работам и индивидуальных заданий в рамках устного опроса студента по выполненному материалу. Всего предусмотрено 8 тем практических занятий (18 часов). По каждому модулю: модуль 1 – 5 часов (5 практических задания), по модулю 2 – 18 часов (3 практических задания).

Согласно РПД, запланировано выполнение каждым студентом индивидуальных заданий. На выполнение индивидуальных заданий отводится 20 часов. На семестр запланировано 8 индивидуальных заданий, которые последовательно выполняются студентом в соответствии с планом самостоятельной работы.

Результаты проверки знаний студентов заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточных аттестаций.

2.1.2. Защита практических и индивидуальных заданий

Всего запланировано 18 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД. Защита практического (индивидуального) задания проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки защиты практического (индивидуального) задания

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью и правильно выполнил практическое (индивидуальное) задание, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Студент может полностью объяснить полученные результаты.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое (индивидуальное) задание с некоторыми недочетами. Качество оформления отчета по практическому (индивидуальному) заданию не полностью соответствует требованиям. Студент может полностью объяснить полученные результаты.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент представил не полный отчет по практическому (индивидуальному) заданию. Качество оформления отчета по практическому (индивидуальному) заданию не полностью соответствует требованиям. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил практическое (индивидуальному) задание.</i>

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме индивидуальных комплексных заданий и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Рубежные контрольные работы

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1, 2).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

РКР.1. Физические основы пластичности

Модуль 2

РКР.2. Физические основы прочности

Типовые задания РКР по модулям дисциплины:

Типовые задания по рубежным контрольным работам согласно модулям изучаемой дисциплины приведены в ФОС (см. Приложение 2).

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля:

- Оценка «5» ставится студенту, который полностью усвоил материал, грамотно его изложил, свободно отвечает на дополнительные вопросы. Соответствующие знания / умения / владения сформированы полностью.
- Оценка «4» ставится студенту, который твердо знает материал, не допускает существенных неточностей, но в ответах на вопросы имеются незначительные ошибки. Соответствующие знания / умения / владения в целом сформированы, но содержат отдельные пробелы.
- Оценка «3» ставится студенту, который поверхностно раскрывает основные теоретические положения и допускает ошибки в решении задач, показывает общее, но не структурированное знание, в целом приемлемое, но не систематическое умение и владение соответствующими компетенциями.
- Оценка «2» ставится студенту, который не владеет теоретическим материалом, допускает существенные ошибки в решении задач, показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие), фрагментарное применение навыка (или его отсутствие) соответствующих компетенций.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических заданий и индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих практических заданий студента по данной дисциплине. Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания. В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по

билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Дефекты кристаллической решетки. Точечные дефекты, вакансии. Диффузионный механизм пластичности.
2. Механизмы неупругого деформирования, консервативное и неконсервативное движение дислокаций, их взаимодействие между собой и с другими дефектами.
3. Теоретическая прочность кристаллов на сдвиг. Атомная модель сдвига по Френкелю.
4. Критерий текучести Шмида, касательные напряжения, уравнение Орована.
5. Локализация пластических деформаций, влияние геометрии образца.
6. Анализ касательных напряжений в системах скольжения. Влияние ориентации кристалла на предел текучести.
7. Стадии упрочнения в кубических и гексагональных кристаллах.
8. Физические механизмы упрочнения кристаллов. Дислокационная модель скольжения и скопления дислокаций на разных стадиях упрочнения.
9. Модели ближкодействующего и дальнедействующего взаимодействия дислокаций.
10. Коллективные эффекты в дислокационных ансамблях. Разориентированные ячеистые структуры.
11. Полосовые структуры. Фрагментация кристаллов. Ротационные моды деформации. Носители ротационной пластичности.
12. Взаимодействие трещин с границами зерен и субзерен. Скачкообразное распространение трещин.
13. Дислокационные трещины и границы. Барьерное действие границ зерен.

Энергия взаимодействия трещин с межзеренной границей. Взаимодействие трещин с двойниками, включениями и полосами скольжения.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Зачет по дисциплине выставляется по итогам проведенного промежуточного (рубежного) контроля, при условии выполнения типовых заданий на практических занятиях и иных видах аудиторной и самостоятельной работы. В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться путем выполнения одного практического задания.

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

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Приложение 1. Типовые варианты рубежных контрольных работ по модулям

В приложении приведено по одному варианту рубежных контрольных работ, согласно выделенных ранее тематик по модулям дисциплины. Рубежные контрольные работы приведены в ознакомительных целях и содержат типовые вопросы и практические задания, направленные на оценку уровня сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций по дисциплине «Физические основы прочности и пластичности».

РКР.1. (Модуль 1)

2. Определение поля напряжений и перемещений дислокаций в изотропной упругой среде.
3. Взаимодействие дислокаций с другими дефектами решетки. Диффузия в анизотропных кристаллах.
4. Условие текучести Шмида, определение поверхности текучести ГЦК, ОЦК и ГПУ монокристаллов.
5. Механизмы и законы упрочнения систем скольжения, активное и латентное упрочнение, влияние границ зерен.
6. Рассмотрение дислокационных реакций с использованием критерия Франка в кристаллах с различным типом решетки.
7. Взаимодействие расщепленных дислокаций.

РКР.2. (Модуль 2)

1. Модели упрочнения в ГЦК, ОЦК и ГПУ кристаллах, в основу которых положено рассмотрение дефектной структуры кристаллов.
2. Моделирование ближкодействующего и дальнедействующего взаимодействия дислокаций.
3. Силы взаимодействия подвижных дислокаций с коллективными дефектными решеточными структурами.
4. Поле напряжений дисклинаций, собственная энергия дисклинации.
5. Определение критических параметров разрушения кристаллов в простейших моделях разрушения.



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

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики

(наименование факультета)

кафедра Математическое моделирование систем и процессов

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Математическое моделирование
систем и процессов
д-р физ.-мат. наук, проф.

_____ П.В. Трусов
Протокол заседания кафедры № ____
« ____ » _____ 20__ г.

Приложение к рабочей программе дисциплины
«Физические основы прочности и пластичности»
для заочной формы обучения

Программа бакалавриата

Направление подготовки: _____ 23.03.03 «Наноматериалы» _____

**Направленность (профиль)
программы бакалавриата:**

Конструкционные наноматериалы

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

Экспериментальная механика и конструкционное
материаловедение

Форма обучения:

заочная

Курс: 4 .

Семестр(-ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: - нет Зачёт: - 7

Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - 7

Пермь 2018

Специальные условия для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В целях доступности получения образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению, слуху, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, используется электронная информационно-образовательная среда организации, где размещается электронная версия рабочей программ. В рабочей программе приведен перечень информационных ресурсов (ЭБС, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем), находящихся в электронной библиотечной системе университета.

При организации самостоятельной работы обучающихся им рекомендуется основное внимание уделять работе с учебными материалами, в том числе в электронном виде, предлагаемыми для изучения, сопоставлению и дополнению материалов, записанных на аудиторных занятиях, с информацией, имеющейся в рекомендуемой литературе и на электронных ресурсах.

Доступ ко всем необходимым для организации самостоятельной работы обучающихся учебно-методическим материалам выполнен в качестве гиперссылок на ресурсы, размещенные в сети Интернет.

Для каждого обучающегося предусмотрен свободный доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет, предоставляются учебные, методические печатные и электронные издания (включая электронные базы периодических изданий) в форме, адаптированной к ограничениям здоровья: в печатной форме; в форме электронного документа.

Учебно-вспомогательным персоналом кафедр, при необходимости, оказывается помощь в предоставлении результатов работы обучающегося в установленной форме.

В целях доступности получения образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению дополнительно обеспечивается:

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт).
- возможность индивидуального равномерного освещения не менее 300 люкс.
- компьютерная техника оснащенная программными средствами усиления остаточного зрения («Электронная лупа»).
- для выполнения заданий, связанных с использованием компьютерной техники предоставляется клавиатура, оснащенная комплектом для маркировки азбукой Брайля

При проведении занятий по запросу обучающихся осуществляется чтение того, что пишется на доске; предоставляются учебно-методические материалы, напечатанные укрупненным шрифтом. Обучающимся рекомендуется использовать диктофоны для записи лекций.

В целях доступности получения образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху дополнительно обеспечивается:

- сопровождение воспроизводимой информации записями на доске;
- представление воспроизводимой информации в форме презентаций;
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации.