

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория пластичности
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическое моделирование физико-механических процессов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Привитие навыков и умения корректной формулировки или выбора определяющих соотношений теории пластичности при построении математических моделей широкого класса физико-механических процессов.

Задачи дисциплины:

- 1.2.1. Свободно владеть основными понятиями и аксиоматикой теории пластичности
- 1.2.2. Знать основные типы определяющих соотношений теории пластичности, области их применимости, физические механизмы, ответственные за поведение конденсированных сред
- 1.2.3. Уметь выбирать подходы к построению, типы и конкретные определяющие соотношения для построения математических моделей реальных систем и процессов
- 1.2.4. Владеть навыками модификации существующих и построения новых моделей для описания поведения физико-механических систем и процессов

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Определяющие соотношения (уравнения состояния) для неупруго деформируемых металлов и сплавов
- Основные понятия и определения теории пластичности
- Подходы и методы построения определяющих соотношений теории пластичности
- Физико-механические основы и физические механизмы, ответственные за неупругое деформирование металлов и сплавов
- Современные модели теории пластичности

1.3. Входные требования

Изложение будет в значительной мере опираться на понятия и определения, введенные в МСС. По существу, ОС представляют собой модели, описывающие поведение сплошных сред, являющиеся необходимым элементом при моделировании любого процесса или явления в МСС.

При изложении дисциплины полностью используются подходы и методы, известные из общей теории определяющих соотношений. Особое внимание уделено конкретизации общей структуры конститутивной модели, основанной на введении внутренних переменных.

Для успешного освоения Теории пластичности необходимы знания следующих дисциплин: Тензорный анализ, Механика сплошных сред.

Поскольку ОС теории пластичности должны отражать физическое строение материальных тел, при их рассмотрении используются различные разделы физики (в частности, физика твердого тела). С другой стороны, являясь математическим моделированием поведения материальных тел, теория пластичности опирается на такие разделы математики, как алгебра, теория множеств, тензорное исчисление, функциональный анализ и др.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Определяющие соотношения теорий пластичности	Знает особенности и границы применимости современных моделей материалов, аналитических и численных методов решения задач физики и механики сплошных сред, знает методы построения новых математических моделей для решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов.	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Выбирать и обосновывать выбор определяющих соотношений пластичности для построения моделей конкретных процессов деформирования	Умеет обосновывать выбор и применять современные математические модели материалов, разрабатывать новые математические модели сплошных сред для решения междисциплинарных прикладных и фундаментальных научных задач, анализировать результаты их решения и идентифицировать параметры математических моделей по экспериментальным данным, умеет модифицировать и развивать методы решения прикладных задач физики и механики сплошных сред	Экзамен
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Навыками физического анализа процессов неупругого деформирования моно- и поликристаллических материалов, апостериорной оценки применимости выбранных определяющих соотношений	Владеет навыками технологией разработки новых математических моделей сложных сред и имеет опыт решения современных междисциплинарных физико-механических задач с использованием известных и модифицированных подходов и методов физики и механики сплошных сред, опытом	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			применения на практике результатов их решения	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Физические основы неупругого деформирования	7	0	6	12
<p>Тема 1. Введение. Пластичность с точки зрения макроскопических экспериментов. Основные эффекты, наблюдаемые в макроэкспериментах по неупругому деформированию металлов и сплавов (зуб текучести, эффект Портвена – Ле Шателье, эффект Баушингера, эффект Пойнтинга – Свифта).</p> <p>Тема 2. Некоторые сведения из физики твердого тела и физического материаловедения. Кристаллографическая система координат, кристаллографические обозначения, стереографические проекции. Полиморфные превращения, твердые растворы, химические соединения, электронные соединения, металлические связи. Точечные, линейные, поверхностные и объемные дефекты кристаллической решетки. Краевые и винтовые дислокации, дисклинации. Дислокационные субструктуры. Физические механизмы процессов неупругого деформирования.</p> <p>Тема 3. Основные понятия и определения теории пластичности. Интенсивности напряжений и деформаций. Параметры Надаи – Лоде. Круги Мора. Поверхность текучести. Критерии текучести. Законы упрочнения. Постулаты пластичности. Принцип градиентальности. Принципы максимума.</p>				
Современные модели для описания неупругого деформирования материалов	9	0	12	24
<p>Тема 4. Современные модели для описания неупругого деформирования материалов, подходы к построению ОС пластического деформирования. Теория упругопластических процессов А.А.Ильюшина. Основные понятия и определения (траектория деформации, образ процесса нагружения, репер Френе, след запаздывания, классификация процессов деформирования). Постулат изотропии в частной форме. Гипотеза локальной определенности. Гипотеза компланарности. Теория малых упруго-пластических деформаций. Теории малой и средней кривизны. Теория деформирования по траекториям с изломами.</p> <p>Тема 5. Теория пластического течения. Модификации теории пластического течения. Основные гипотезы теории пластического течения. Одноповерхностные теории течения А.Ю.Ишлинского, Ю.И.Кадашевича и В.В.Новожилова, Г.Бакхауза. Многоповерхностная теория З.Мруза. О статистических теориях пластичности. Теории вязкопластичности.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 6. Эндохронная теория пластичности. Основные понятия и определения. Теория Валаниса. Тензорно-параметрическая форма определяющего соотношения. Модификации меры внутреннего времени. Многоэлементные модели эндохронной теории пластичности.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	18	36
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	36

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение параметров Надаи – Лоде тензоров напряжений и де-формаций для сложного нагружения трубчатых образцов.
2	Изотропный, кинематический и комбинированный законы упрочнения.
3	Представление определяющих соотношений теории упругопластических процессов для плоских двухзвенной и кусочно-гладкой траекторий деформирования.
4	Исследование деформирования по окружности. Представление определяющих соотношений теории упругопластических процессов для пятимерных гладких траекторий деформирования.
5	Исследование деформирования по спирали.
6	Теория пластического течения без упрочнения: исследование де-формирования по двухзвенной, круговой и спиральной траекториям деформирования. Теория пластического течения без упрочнения и с изотропным и кинематическим типами упрочнения: определение приращения напряжения по приращению полной деформации.
7	Теория пластического течения без упрочнения и с изотропным и кинематическим типами упрочнения: расчет реакции на циклическое одноосное деформирование. Многоповерхностная модель Мруза: качественное нахождение траектории движения поверхности текучести при двухзвенных траекториях напряжений и деформаций. Многоповерхностная модель Мруза: расчет зависимости компонент напряжений от времени при двухзвенной траектории деформирования.
8	Эндохронная теория пластичности: дифференциальная форма записи соотношений при экспоненциальном ядре, асимптотические случаи поведения материала, идентификация материального параметра модели по постоянству модуля разгрузки.
9	Эндохронная теория пластичности: расчет реакции на одноосное монотонное деформирование модели без упрочнения и с линейным изотропным упрочнением. Эндохронная теория пластичности: исследование деформирования по циклической одноосной, круговой и спиральной траекториям деформирования.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. 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 отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. 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.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	1. - Санкт-Петербург: , Лань, 2004. - (Механика сплошной среды : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 1).	49
2	2. - Санкт-Петербург: , Лань, 2004. - (Механика сплошной среды : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 2).	39
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Зарубин В. С. Математические модели термомеханики / В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин. - Москва: Физматлит, 2002.	1
2	Лотов К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. - Москва Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002.	2

3	Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред : учебное издание : пер. с англ / Ж. Можен. - Москва: Мир, 1991.	1
2.2. Периодические издания		
1	Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа : научный журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1966 - .	
2	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .	
3	Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - .	
4	Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. - Санкт-Петербург: Наука, 1959 - .	
5	Физическая мезомеханика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт физики прочности и материаловедения. - Томск: Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН, 1998 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Грусов П.В., Швейкин А.И. Теория пластичности. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. 419 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3293	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Видеопроектор	1
Лекция	Ноутбук	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Теория пластичности»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математическое моделирование физико-механических процессов
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Математическое моделирование систем и процессов
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и сосредоточено в одном учебном модуле. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, собеседования по решенным в рамках практических занятий задачам и экзамена. 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	Рубежный		Промежуточный	
	ТО	ИЗ	РКР	КР	Экзамен
Усвоенные знания					
З.1 знать уравнения балансового типа, основные понятия и определения (континуума, линейных и нелинейных тензоров и мер деформаций, тензоров напряжений)	ТО		РКР		ТВ
З.2 знать виды краевых условий	ТО				ПЗ
З.3 знать определяющие соотношения классических упругих и пластических сред	ТО		РКР		ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь выбирать и обосновывать выбор определяющих соотношений пластичности для построения моделей конкретных процессов деформирования	ТО		РКР		ТВ
У.2 уметь осуществлять постановку краевых задач МДТТ	ТО		РКР		ПЗ
У.3 уметь анализировать математическую корректность постановок			РКР		ТВ, ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками физического анализа процессов неупругого деформирования моно- и поликристаллических материалов	ТО		РКР		ТВ
В.2 владеть навыками апостериорной оценки	ТО				ПЗ

применимости соотношений, опытом постановок	выбранных	определяющих				
В.3 владеть основными аналитическими и численными методами решения краевых задач МДТТ					РКР	ПЗ

ТО – теоретический опрос; ИЗ – индивидуальное задание(с защитой); РКР – рубежная контрольная работа; КР – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание;

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после

освоения студентами теоретического материала и практических заданий дисциплины. Первая КР проводится по теории, вторая – по решению задач.

Типовые задания первой КР:

1. Строение твердых тел. Фаза, система, структура. Твердые растворы и химические соединения. Виды межатомных взаимодействий.
2. Основные понятия теории УПП А.А.Ильюшина. Постулаты и гипотезы теории УПП А.А.Ильюшина.
3. Упругие и диссипативные напряжения, соотношения для их определения. Гипотезы Кренера, Фойгта и Рейсса.

Типовые задания второй КР:

1. Доказать, что не существует оси симметрии 5-го порядка.
2. Показать, что индексы любой плоскости могут быть определены как сумма индексов двух плоскостей, лежащих по разные стороны от рассматриваемой, сферические проекции которых расположены на одной дуге большого круга.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех задач и достижение требуемого минимального количества баллов по результатам текущего и рубежного рейтингового контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Эффект Баушингера, «зуб текучести», эффект прерывистой пластичности, их физическое объяснение. Эффект Пойнтинга–Свифта.
2. Оценки «теоретической прочности». Дислокации, источники возникновения и размножения. Дисклинации.
3. Представительный объем. Конфигурации. Оператор Гамильтона, градиент места. Мультипликативное разложение градиента места.
4. Критерии пластичности. Три типа законов для определения поверхности текучести.
5. Постулаты Драккера и Ильюшина.

6. Вязкоупругие модели. Модели Максвелла и Кельвина–Фойгта.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Показать, что для кристаллов кубической системы достаточно рассмотреть только один из 24 треугольников на стереографической проекции.
2. Рассмотреть дислокационную реакцию в ГЦК–кристалле: расщепление частичной дислокации на две дислокации Шокли.
3. Траектория деформации – луч, начальное состояние – естественное. Полагая материал упруго-идеально-пластическим, определить траекторию вектора напряжений и траекторию вектора остаточных микронапряжений для одноповерхностных ТПП с различными законами кинематического упрочнения.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

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

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде

экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.