

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

« 03 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Нанокристаллические и аморфные материалы
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Материаловедение и технологии функциональных
металлических, керамических, композиционных материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - ознакомление с современными технологическими процессами получения объемных нанокристаллических и аморфных материалов, особенностями структуры нанокристаллических и аморфных материалов, их физико-механическими и химическими свойствами и областями применения; привитие навыков и умений получения и исследования объемных нанокристаллических и аморфных материалов.

Задачи:

1. изучение теоретических основ получения нанокристаллических и аморфных материалов, термодинамических и размерных аспектов наносистем, основных закономерностей их структуры и ее влияния на свойства материалов;

2. прогнозировать влияние различных факторов на свойства наноматериалов и аморфных материалов;

3. владеть навыками получения нанокристаллических и аморфных материалов и определения физико-химических свойств.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Нанокристаллические материалы, стекла, аморфные металлы, стеклоуглерод, стеклокерамика, фотонные кристаллы;

Размерные эффекты, термодинамика и кинетика стеклования, структура, свойства нанокристаллических и аморфных материалов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

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
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает основные закономерности строения структуры и свойств наноматериалов; основы термодинамики и кинетики стеклования; термодинамические и размерные аспекты наносистем.	Знает фундаментальные знания в области материаловедения; содержание естественнонаучных и математических дисциплин, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умет прогнозировать влияние наномасштаба на различные свойства наноматериалов.	Умеет решать профессиональные задачи в области материаловедения, используя фундаментальные знания; применять фундаментальные знания для решения задач в междисциплинарных областях профессиональной деятельности; использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.	Экзамен
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет навыками проведения экспериментальных методов синтеза нанокристаллических материалов. Владеет информацией о назначении и областях применения наноматериалов и нанотехнологий, аморфных материалов.	Владеет навыками моделирования и внедрения в производство технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности; организации и выполнения экспериментальных исследований на современном уровне	Защита лабораторной работы
ПК-3.3	ИД-1ПК-3.3	Знает основные методы получения объемных нанокристаллических и аморфных материалов.	Знает технологии производства функциональных металлических, керамических, композиционных порошковых материалов	Экзамен
ПК-3.3	ИД-2ПК-3.3	Умеет анализировать физические и химические процессы, протекающие в нанокристаллических и аморфных материалах с заданными свойствами при их получении.	Умеет выбирать материалы и технологические процессы исследований наноструктурированных порошковых и композиционных материалов с заданными свойствами	Защита лабораторной работы
ПК-3.3	ИД-3ПК-3.3	Владеет навыками	Владеет навыками	Защита

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		получения наноструктурированных материалов и определения физико-химических свойств нанобъектов и наноматериалов	разработки инновационных технологических процессов производства наноструктурированных порошковых и композиционных материалов с заданными свойствами	лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
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)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
3-й семестр				
Нанокристаллические материалы	1	0	0	0
Основные понятия, термины и определения. Роль и место нанобъектов в иерархии структурных элементов материи.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы получения объемных нанокристаллических материалов	7	12	0	40
Порошковые технологии. Поведение наночастиц при прессовании и спекании. Особенности микроструктуры и строения межзеренных границ компактных нанокристаллических материалов. Интенсивная пластическая деформация. Кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование, всесторонняя ковка, винтовая экструзия, гидроэкструзия. Особенности формирования структуры. Свойства компактных нанокристаллических материалов. Размерная зависимость механических свойств наноматериалов. Вязкость разрушения и особенности деформации наноматериалов. Сверхпластичность наноматериалов. Магнитные свойства нанокристаллических материалов. Суперпарамагнетизм. Магниторезистивный и магнитокалорический эффекты. Теплофизические и электрические свойства.				
Физико-химические основы получения аморфного состояния вещества	4	0	0	12
Классификация аморфных веществ: по типу связи, по химическому составу. Особенности стеклообразного состояния. Температурный интервал стеклования. Условия стеклообразования. Свойства стекол. Строение стекла. Основные гипотезы строения стекла. Влияние структуры. Правило Захариасена. Критерии Сана и Роусона. Ликвация в стеклах.				
Основные виды аморфных материалов	4	4	0	20
Оксидные стекла. Основы стекловарения. Кварцевое стекло. Силикатные стекла. Окрашивание стекла. Ситаллы. Биостекло. Халькогенидные и другие полупроводниковые стекла. Металлические стекла. Классификация аморфных сплавов. Методы получения. Проблемы аморфизации жидкости. Факторы, контролирующие способность металлов и сплавов к аморфизации. Управляемая кристаллизация из аморфного состояния. Релаксация структуры аморфных металлов. Магнитные свойства. Механические свойства. Химические свойства. Фотонные кристаллы. Фотонные запрещенные зоны. Основы теории фотонных кристаллов. Методы формирования фотонных кристаллов. Опалы как шаблон для создания фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы на основе синтетических опалов. Стеклоуглерод. Получение стекловидного углерода				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
и изделий из него. Свойства стеклоуглерода. Применение стеклоуглерода.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	16	0	72
ИТОГО по дисциплине	16	16	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование влияния размера частиц на процессы уплотнения при прессовании и спекании нанопорошков.
2	Исследование кинетики уплотнения нанопорошков при спекании.
3	Получение стеклокристаллических материалов и определение их физико-механических свойств.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>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.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 лабораторным работам и 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	Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий : учебное пособие для вузов / О. Л. Хасанов [и др.]. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013.	2
2	Раков Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014.	2
3	Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигуриди. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	4
4	Рыжонков Д.И. Наноматериалы : учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигуриди. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008.	8
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Андриевский Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р. А. Андриевский. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012.	3
2	Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы : учебное пособие для вузов / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. - М.: Академия, 2005.	18
3	Аппен А. А. Химия стекла / А. А. Аппен. - Ленинград: Химия, 1970.	2
4	Валиев Р.З. Объемные наноструктурные металлические материалы : получение, структуры и свойства / Р.З. Валиев, И. В. Александров. - М.: Академкнига, 2007.	2
5	Глезер А. М. Аморфно-нанокристаллические сплавы / А. М. Глезер, Н. А. Шурыгина. - Москва: Физматлит, 2013.	2
6	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - Москва: Физматлит, 2009.	5
7	Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : учебное пособие / В. А. Мошников [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013.	3
8	Лякишев Н. П. Получение и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов / Н. П. Лякишев, М. И. Алымов. - М.: ЭЛИЗ, 2007.	3
9	Родунер Э. Размерные эффекты в наноматериалах : монография : пер. с англ. / Э. Родунер. - Москва: Техносфера, 2010.	2
10	Судзуки К. Аморфные металлы : пер. с яп. / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасимото. - Москва: Металлургия, 1987.	4
11	Цао Гочжун Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение : пер. с англ. / Цао Гочжун, Ин Ван. - Москва: Науч. мир, 2012.	2
12	Шелби Д. Структура, свойства и технология стекла : [учебное издание] : пер. с англ. - Москва: Мир, 2006.	1
2.2. Периодические издания		

1	Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия : журнал / Московский государственный институт стали и сплавов; Калвис. - Москва: Калвис, 2007 - .	
2	Композиты и наноструктуры : научно- технический журнал / Российская академия наук, Институт физики твердого тела; Научно-техническое предприятие Вираж-Центр. - Москва: Машиздат, 2009.	
3	Материаловедение : научно-технический и производственный журнал / Наука и технологии. - Москва: Наука и технологии, 1997 - .	
4	Наноиндустрия : научно-технический журнал / Техносфера. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
5	Перспективные материалы : журнал / Российская академия наук; Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова; Московский государственный институт электроники и математики; Московский государственный индустриальный университет. - Москва: Интерконтакт Наука, 1995 - .	
6	Российские нанотехнологии : журнал / Федеральное агентство по науке и инновациям ; Парк-медиа. - Москва: Парк-медиа, 2006 - .	
7	Стекло и керамика : научно-технический и производственный журнал / гл. ред. Л. В. Соколова. - Москва: Ладья, 1925 - .	
8	Физика и химия стекла : журнал неорганической и физической химии неорганических материалов. Стёкла, керамика, высокотемпературные оксиды и покрытия. Наночастицы, наноструктуры, нанокompозиты / Российская академия наук; Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова. - Санкт-Петербург: Наука, 1975 - .	
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)
Дополнительная литература	Золь-гель технология микро- и нанокompозитов	https://e.lanbook.com/reader/book/12940/	локальная сеть; 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.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.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/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы технические	2
Лабораторная работа	Персональные компьютеры	10
Лабораторная работа	Пресс гидравлический Р-10	1
Лабораторная работа	Пресс ПГ-125	1
Лабораторная работа	Термо-механический анализатор SETSYS Evolution 24	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Электродуховка НТ64/17	1
Лекция	Проектор, ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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 по дисциплине
«Нанокристаллические и аморфные материалы»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материаловедение и технологии функциональных металлических, керамических, композиционных материалов	
Квалификация выпускника:	«Магистр»	
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций	
Форма обучения:	Очная	
Курс: 2	Семестр: 3	
Трудоёмкость:		
Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.
Форма промежуточной аттестации:	Экзамен: 3 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 (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам 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	
	ОП	ТКР	ОПР	Т/КР	ИЗ	Экзамен
Усвоенные знания						
- основные методы получения объемных нанокристаллических и аморфных материалов.	ОП1 ОП3	ТКР1 ТКР2		Т/КР1 Т/КР2		ТВ
- основы термодинамики и кинетики стеклования.	ОП4	ТКР2		Т/КР2		ТВ
- основные закономерности строения структуры и свойств наноматериалов	ОП2	ТКР1		Т/КР1		ТВ
- термодинамические и размерные аспекты наносистем.	ОП2	ТКР1		Т/КР1		ТВ
Освоенные умения						
- анализировать физические и химические процессы, протекающие в нанокристаллических и аморфных материалах при их получении.		ЛР1 ЛР2 ЛР3	ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3	Т/КР1 Т/КР2		КЗ
- прогнозировать влияние наномасштаба на различные свойства наноматериалов.		ЛР1 ЛР2	ОЛР1 ОЛР2	Т/КР1		КЗ
Приобретенные владения						
- навыками проведения экспериментальных методов синтеза нанокристаллических материалов.		ЛР1 ЛР2	ОЛР1 ОЛР2			
- навыками получения наноструктурированных материалов и определения физико-химических		ЛР1 ЛР2	ОЛР1 ОЛР2			КЗ

свойств нанообъектов и наноматериалов		ЛРЗ	ОЛРЗ			
- информацией о назначении и областях применения наноматериалов и нанотехнологий.				Т/КР1 Т/КР2		

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции; КР – контрольная работа по теме; ПЗ – практическое занятие; ОПР – отчет по практической работе; ЛР – лабораторная работа; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ИЗ – индивидуальное задание; ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения 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 в форме текущей контрольной работы, тестирования, опроса по тематике, изучаемой самостоятельно. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится по каждому учебному модулю в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модули 1, 2);
- контрольные работы (тестирование) (модули 1, 2).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 3 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (Т/КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая Т/КР по модулю 1 «Нанокристаллические материалы», вторая Т/КР – по модулю 2 «Аморфные материалы».

Типовые вопросы первой Т/КР:

1. Поведение наночастиц при прессовании.
2. Ультразвуковое прессование.
3. Коллекторное прессование.
4. Магнитно-импульсное прессование.
5. Поведение наночастиц при спекании.
6. Начальная стадия спекания наночастиц.
7. Двухстадийное спекание.
8. Особенности микроструктуры и строения межзеренных границ компактных нанокристаллических материалов.
9. Кручение под высоким давлением.
10. Равноканальное угловое прессование.
11. Всесторонняя ковка.
12. Особенности формирования структуры.
13. Размерная зависимость механических свойств наноматериалов.
14. Вязкость разрушения и особенности деформации наноматериалов. Сверхпластичность наноматериалов.
15. Магнитные свойства нанокристаллических материалов. Суперпарамагнетизм. Магниторезистивный и магнитокалорический эффекты.
16. Теплофизические и электрические свойства.

Типовые вопросы второй Т/КР:

1. Классификация аморфных веществ.
2. Особенности стеклообразного состояния.
3. Температурный интервал стеклования.

4. Условия стеклообразования.
5. Свойства стекол.
6. Основные гипотезы строения стекла.
7. Ликвация в стеклах.
8. Основы стекловарения.
9. Кварцевое стекло.
10. Окрашивание стекла.
11. Ситаллы.
12. Биостекло.

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

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного 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 и комплексные задания (КЗ) 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. Поведение наночастиц при прессовании. Ультразвуковое прессование. Коллекторное прессование. Магнитно-импульсное прессование.
2. Поведение наночастиц при спекании. Начальная стадия спекания наночастиц. Двухстадийное спекание.
3. Особенности микроструктуры и строения межзеренных границ компактных нанокристаллических материалов.
4. Кручение под высоким давлением. Всесторонняя ковка.
5. Равноканальное угловое прессование и его развитие.
6. Размерная зависимость механических свойств наноматериалов.
7. Вязкость разрушения и особенности деформации наноматериалов. Сверхпластичность наноматериалов.
8. Магнитные свойства нанокристаллических материалов. Суперпарамагнетизм. Магниторезистивный и магнитокалорический эффекты.
9. Теплофизические и электрические свойства.
10. Классификация аморфных веществ.

11. Особенности стеклообразного состояния.
12. Температурный интервал стеклования.
13. Условия стеклообразования.
14. Свойства стекол.
15. Основные гипотезы строения стекла.
16. Ликвация в стеклах.
17. Основы стекловарения.
18. Окрашивание стекла.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений представлены в приложении 1. *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

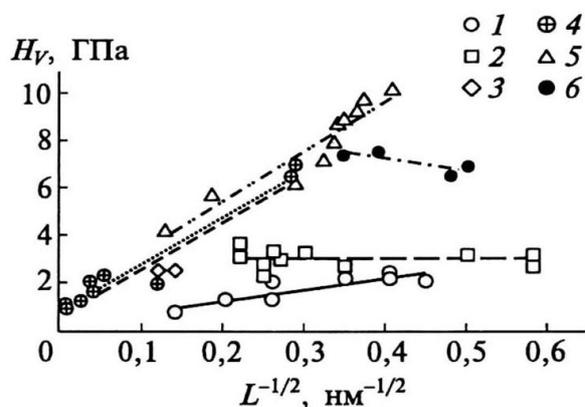
Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный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

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений

1. Сделать анализ результатов исследования микротвердости компактного никеля в зависимости от размера зерна с позиций наноструктурного материаловедения.



a — 1 — Cu, 2 — Pd, 3 — Cu (пленка),
4 — Ni, 5 — Fe; б — Ni—P; б — 1 — Cu,

2. Сделайте анализ и оптимизируйте процесс спекания наноразмерного порошка диоксида циркония по данным dilatометрического исследования спекания при разных скоростях нагрева:

