

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

« 22 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Методы анализа свойств наноматериалов
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы
(код и наименование направления)

Направленность: Наноматериалы (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами знаний об экспериментальных методах анализа свойств наноматериалов, в том числе рентгеновских дифракционных, получение умений и навыков использования современного оборудования и приборов при проведении исследовательских работ, при разработке новых материалов.

Задачами учебной дисциплины:

- изучение теоретических основ и экспериментальных методов анализа свойств конструкционных наноматериалов;
- формирование навыков выбора методов исследования свойств или контроля качества в соответствии с поставленной задачей; оценивать эффективность различных методов исследований и возможности снижения их трудоемкости.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методики экспериментального анализа свойств наноматериалов, исследования закономерностей физических процессов, лежащих в основе методов исследований;
- оборудование для анализа свойств наноматериалов.

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
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать классификацию наноматериалов, их особенности и методы получения, основы строения различных типов веществ.	Знает современные представления о размерно-зависимых эффектах, методы получения композиционных материалов, физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов	Коллоквиум

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-2ПК-1.1	Уметь использовать информацию о материале для оценки структуры и свойств, выбирать метод и средства исследования свойств наноматериала.	Умеет производить оценку структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов различными методами исследования, выбирать методы и средства проведения исследований и разработок;	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками анализа данных экспериментальных исследований для определения структуры и свойств наноматериалов.	Владеет навыками анализа существующих методик оценки структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов;	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знать основные современные методы изучения наночастиц и наноматериалов, принципы работы приборов для изучения их структуры.	Знает системы вычислительной математики для решения задач в области прикладной механики, методы получения наноструктур и наноматериалов; основные принципы структурного упрочнения материалов;	Коллоквиум
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Уметь применять информационные и компьютерные технологии для решения задач определения свойств наноматериалов.	Умеет применять информационные и компьютерные технологии сбора в научной и познавательной деятельности, применять физико-математические методы для решения практических задач с помощью систем вычислительной математики;	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками анализа дефектов структуры кристаллических тел, применения систем вычислительной математики для оценки свойств исследуемых наноматериалов.	Владеет навыками создания и использования простейших математических моделей пластической деформации и разрушения; навыками анализа дефектной структуры кристаллических тел, методами теоретических исследований в области физики твердого тела; навыками применения	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			систем вычислительной математики; программными средствами для проведения вычислительных экспериментов.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- 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)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
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
7-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
Основы электронографии и нейтронографии. Просвечивающая электронная микроскопия.	4	2	8	14
Особенности рассеяния электронов и нейтронов кристаллами. Получение, расчет и анализ электронограмм. Электронография и её применение, в т.ч. для исследования наноматериалов. Нейтронография и её применение. Оптическая схема и принципы работы просвечивающего электронного микроскопа. Основные характеристики просвечивающего электронного микроскопа (увеличение, разрешение, глубина резкости и пр.). Основные задачи метода просвечивающей электронной микроскопии. Контраст электронномикроскопического изображения. Светлопольное и темнопольное изображения. Контраст от дефектов решетки. Изучение структуры с помощью высокого разрешения. Применение прямого разрешения для изучения объектов нанотехнологии. Исследование гетерогенных сплавов. Виды контраста в изображении частиц.				
Основы строения вещества и рассеяния рентгеновских лучей.	5	6	10	18
Объекты, относящиеся к микро- и наносистемам и параметры, характеризующие их: наночастицы, частицы вторых фаз, тонкие пленки т.д. Поликристаллы, нано-кристаллы, монокристаллы. Излучения, используемые в диагностике вещества: рентгеновские лучи, электроны, нейтроны. Основные методы исследования наночастиц и наноматериалов. Пространственная решетка. Система трансляций Бравэ. Сингонии. Элементарная ячейка и базис. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей. Основные представления кристаллохимии. Атомные радиусы. Плотнупакованные решетки, поры. Понятие структурного типа. Природа рентгеновского излучения. Основной закон поглощения рентгеновских лучей. Обратная решетка. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом малого размера. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брегга. Интегральная отражающая способность. Сечение рассеяния рентгеновских лучей электро-на, атома, элементарной ячейки, кристалла. Структурная амплитуда, законы погасания.				
Основные методы рентгеноструктурного анализа и его применение для анализа наночастиц и наноматериалов.	5	10	0	17
Методы и приборы для регистрации				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
рентгенограмм: фотометод и рентгеновская дифрактометрия. Классификация методов рентгеноструктурного анализа. Методы исследования монокристаллов. Метод поликристалла. Принципы определения кристаллической структуры по рентгенограмме поликристалла. Прецизионное определение периодов решетки. Фазовый качественный и количественный анализ. Определение типа твердого раствора, построение диаграмм состояния. Оценки совершенства структуры зерен в поликристаллах по уширению дифракционных максимумов. Оценка размеров частиц в наноматериалах.				
Растровая электронная микроскопия (РЭМ), рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), оптический микроструктурный анализ.	2	0	0	5
Оптическая схема растрового электронного микроскопа и рентгеновского микроанализатора. Виды изображений в РЭМ. Разрешающая способность РЭМ. Изучение наноструктур и объектов нанотехнологии методом РЭМ. Качественный и количественный анализ химического состава материалов методом РСМА. Точность и чувствительность метода РСМА. Глубина зоны анализа методами РЭМ и РСМА. Оптический микроструктурный анализ. Конфокальный микроскоп - принцип работы и устройство.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	18	18	54
ИТОГО по дисциплине	16	18	18	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анализ кристаллографических индексов направлений и плоскостей. Базис. Кристаллографические зоны.
2	Изучение поверхностей разрушения методом конфокальной микроскопии.
3	Разбор моделей кристаллических структур: выбор эл.ячейки, базиса, системы трансляций Бравэ. Описание структурного типа по кристаллографическим моделям.
4	Изучение конфокального микроскопа.
5	Изучение приборов для рентгеноструктурного анализа.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Установление вещества по дифрактограмме поликристалла. Рентгеновский дифрактометр.
2	Индицирование дифрактограмм вещества с кубической решеткой.
3	Качественный и количественный фазовый анализ.
4	Приготовление образцов для просвечивающей электронной микроскопии, изучение просвечивающего электронного микроскопа и проведение на нем исследований структуры.
5	Изучение растрового электронного микроскопа и проведение на нем исследований.
6	Определение размера зерен методом просвечивающей электронной микроскопии.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии.

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, 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	Анциферова И. В. Наночастицы и наноматериалы с огромным потенциалом и возможными рисками : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 344 с. 22,0 усл. печ. л.	10
2	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учебник / Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н. Москва : Metallurgy, 1982. 632 с.	43
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Вольхин В. В., Леонтьева Г. В. Химия металлов и неметаллов. Нанохимия. Наноматериалы : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2005. 136 с.	68
2	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. 2-е изд., испр. Москва : Физматлит, 2007. 414 с.	2
3	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. 2-е изд., испр. Москва : Физматлит, 2009. 414 с.	5
4	Мамонова М. В., Прудников В. В., Прудникова И. А. Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы. Москва : Физматлит, 2011. 400 с. 25,0 усл. печ. л.	1
5	Пул (мл.) Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии : учебное пособие для вузов пер. с англ. 5-е изд., испр. и доп. Москва : Техносфера, 2010. 330 с.	5
6	Цао Гочжун, Ин Ван Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение : пер. с англ. Москва : Науч. мир, 2012. 515 с. 32,5 усл. печ. л.	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
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	Вольхин В. В. Химия металлов и неметаллов. Нанохимия. Наноматериалы : учебное пособие для вузов / В. В. Вольхин, Г. В. Леонтьева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2425	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Анциферова И. В. Наночастицы и наноматериалы с огромным потенциалом и возможными рисками : учебное пособие / И. В. Анциферова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3350	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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Инфракрасная тепловизионная система FLIR SC7700M	1
Лабораторная работа	Сервогидравлическая двухосевая испытательная система Instron 8850	1
Лабораторная работа	Цифровая оптическая система для анализа полей деформаций Vic-3D	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	12

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»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(фонд оценочных средств)

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Методы анализа свойств наноматериалов»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы:	Информационные технологии механики и наноматериаловедения
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Экспериментальная механика и конструкционное материаловедение
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации:	Зачет

Пермь 2023

Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине преподаватель 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 (7-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В учебных модулях предусмотрены аудиторские лекционные, парктические и лабораторные 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 по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам и 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		Промежуточный / рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	ОПЗ		Зачет
Усвоенные знания						
З.1 Знать классификацию наноматериалов, их особенности и методы получения, основы строения различных типов веществ		ТО				ТВ
З.2 Знать основные современные методы изучения наночастиц и наноматериалов, принципы работы приборов для изучения их структуры		ТО		ОПЗ		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Уметь использовать информацию о материале для оценки структуры и свойств, выбирать метод и средства исследования свойств наноматериалов			ОЛР			ПЗ
У.2 Уметь применять информационные и компьютерные технологии для решения задач определения свойств наноматериалов			ОЛР			ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками анализа данных экспериментальных исследований для определения структуры и свойств наноматериалов			ОЛР			КИЗ
В.2 Владет навыками анализа дефектов структуры кристаллических тел, применения систем вычислительной математики для оценки свойств исследуемых наноматериалов			ОЛР			КИЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ОПЗ – отчет по практическому заданию; КИЗ – комплексное индивидуальное задание на самостоятельную

работу; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая по результатам текущего, промежуточного и рубежного контроля.

1. 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 теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Перечень теоретических вопросов приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме отчета по практическим занятиям и защиты лабораторных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы. Перечень типовых вопросов для защиты лабораторной работы приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

2.2.2. Отчет по практическим занятиям

Согласно РПД запланировано 5 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Отчет по практическим заданиям проводится группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы. Перечень типовых вопросов для защиты отчета по практическому заданию приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 3.

2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту. Типовые задания КИЗ приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 4.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах текущего, промежуточного и рубежного контроля по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. 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 усвоенных умений и 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.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Классификация наноматериалов, их особенности и методы получения.
2. Классификация наноматериалов, основы строения различных типов веществ.
3. Основные современные методы изучения наночастиц и наноматериалов.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений:

1. Разбор моделей кристаллических структур: выбор элементарной ячейки, базиса, системы трансляций Бравэ.
2. Описание структурного типа по кристаллографическим моделям.
1. Анализ кристаллографических индексов направлений и плоскостей. Базис. Кристаллографические зоны.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Установить вещества по дифрактограмме поликристалла. Рентгеновский дифрактометр.
2. Провести качественный и количественный фазовый анализ вещества.
3. Провести индентирование дифрактограмм вещества с кубической решеткой.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

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

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета 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 зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в аттестационном испытании компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

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 5-ти 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

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

Приложение 1.

Типовые теоретические вопросы

1. Получение, расчет и анализ электронограмм.
2. Основные характеристики просвечивающего электронного микроскопа (увеличение, разрешение, глубина резкости и пр.).
3. Основные задачи метода просвечивающей электронной микроскопии. Контраст электронно-микроскопического изображения.
4. Основы строения вещества и рассеяния рентгеновских лучей. Объекты, относящиеся к микро- и наносистемам и параметры, характеризующие их: наночастицы, частицы вторых фаз, тонкие пленки т.д.
5. Пространственная решетка. Система трансляций Бравэ. Сингонии.
6. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом малого размера. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брегга.
7. Классификация методов рентгенострутунного анализа. Методы исследования монокристаллов.
8. Оценки совершенства структуры зерен в поликристаллах по уширению дифракционных максимумов. Оценка размеров частиц в наноматериалах.
9. Оптическая схема растрового электронного микроскопа и рентгеновского микроанализатора. Виды изображений в РЭМ.
10. Качественный и количественный анализ химического состава материалов методом РСМА.

Приложение 2.

Типовые вопросы для защиты лабораторной работы

1. Принципиальная схема рентгеновского дифрактометра.
2. Описание и расшифровка дифрактограммы поликристалла.
3. Основы проведения качественного фазового анализа.
4. Основы анализ несовершенств структуры и определение размера нанокристаллов по уширению дифракционных линий.
5. Принципиальная схема растрового электронного микроскопа и основы проведение на нем исследований.

Приложение 3.

Типовые вопросы для защиты отчета по практическому заданию

1. Чем отличаются и как маркируются кристаллографических индексов направлений и плоскостей
2. Что такое базис в кристаллографии, какие бывают кристаллографические зоны.
3. Какие системы трансляций Бравэ известны.

4. Как проводить описание структурного типа по кристаллографическим моделям.
5. Принципиальная схема конфокального микроскопа.

Приложение 4.

Темы типовых комплексных индивидуальных заданий

1. Анализ кристаллографических индексов направлений и плоскостей. Базис. Кристаллографические зоны
2. Разбор моделей кристаллических структур: выбор электронной ячейки, базиса, системы трансляций Бравэ. Описание структурного типа по кристаллографическим моделям.
3. Приборы для рентгеноструктурного анализа. Обзор, принцип работы и эффективность использования.
4. Конфокальный микроскоп. Принцип работы и применение.
5. Методика изучения поверхностей разрушения методом конфокальной микроскопии.
6. Установление вещества по дифрактограмме поликристалла. Рентгеновский дифрактометр.
7. Индицирование дифрактограмм вещества с кубической решеткой.
8. Анализ несовершенств структуры и определение размера нанокристаллов по уширению дифракционных линий.
9. Определение размера зерен методом просвечивающей электронной микроскопии.
10. Растровый электронный микроскоп и методика проведение на нем исследований.