

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:** Физические методы и приборы для изучения, анализа и  
диагностики наночастиц и наноматериалов  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(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 - Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области физических и химических основ, принципов и методик исследований, испытаний и диагностики веществ и наноматериалов.

Задачи учебной дисциплины

- формирование знаний
  - основных характеристик приборов и оборудования для исследования материалов, области их применения для решения определенных задач;
  - теоретических основы и принципы, положенные в основу зондовых технологий, оптических, спектрометрических методов анализа;
- формирование умений
  - выбирать приборы для исследования структуры и свойств наноматериалов;
  - использовать различные методы исследования материалов;
- формирование навыков
  - работы с зондовыми микроскопами, оптическими микроскопами, анализаторами размеров частиц, спектрометрами;
  - проведения исследования свойств наноматериалов и интерпретации результатов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Методы определения размеров нанобъектов различной природы; дифракционные методы анализа; спектроскопические методы анализа; дериватографический анализ; электронная, зондовая микроскопия; методы выявления квантово-размерных эффектов (рамановское рассеяние света, люминесценция); перспективные методы анализа нанобъектов, приборы и оборудование

### 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-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знает характеристики лабораторного оборудования, принципы его работы и правила эксплуатации; современные методы проведения лабораторного контроля наноструктурированных композиционных материалов	Знает методы исследований наноструктурированных порошковых и композиционных материалов	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умеет проводить эксперимент по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты; производить технические измерения, составлять описания проводимых исследований, готовить данные для составления обзоров	Умеет выбирать методы исследований наноструктурированных порошковых и композиционных материалов для решения определенных задач	Защита лабораторной работы
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владеет навыками разработки графика проведения лабораторного контроля качества наноструктурированных композиционных материалов; контроля правильности выполнения лабораторного контроля качества наноструктурированных композиционных материалов	Владеет навыками выполнения исследований наноструктурированных порошковых и композиционных материалов для решения определенных задач	Экзамен

### 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:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8	
- 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	180	180	

### 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				
Инструментальные методы анализа наночастиц и наноматериалов	20	6	8	40
Классификация физических, физико-химических методов анализа и их сравнительная характеристика. Рентгеноструктурный анализ наночастиц и наноматериалов. Рентгеноструктурный анализ несовершенств кристаллической структуры. Дериwатографический анализ. Источники рентгеновского излучения высокой плотности, поликапиллярная оптика Кумахова. Малоугловое рассеяние нейтронов и рентгеновских лучей в наноматериалах. Спектроскопические методы исследований наночастиц и наноматериалов. Атомная и молекулярная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Применение микроскопии в исследованиях наноматериалов	12	10	8	32
Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Исследование поверхностей. Сканирующая зондовая микроскопия.				
ИТОГО по 1-му семестру	32	16	16	72
ИТОГО по дисциплине	32	16	16	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Теоретический расчет дифрактограммы
2	Оценка глубина проникновения X-лучей в рентгенофлуоресцентном анализе
3	Моделирование методом Монте-Карло взаимодействия электронного луча с веществом
4	Термомеханический анализ: интерпретация результатов.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение микроискажений кристаллических материалов.
2	Определение толщины покрытия по ослаблению рентгеновских лучей.
3	Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Интерпретация СЭМ-изображений.
4	Принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Интерпретация СЗМ-изображений

## 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.

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, 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, 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Иванов А. С. Рентгенография металлов : учебное пособие / А. С. Иванов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	5
2	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / С. А. Оглезнева [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5

3	Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигуриди. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - Москва: Физматлит, 2009.	5
2	Демтрёдер В. Современная лазерная спектроскопия : учебное пособие : пер. с англ. / В. Демтрёдер. - Долгопрудный: Интеллект, 2014.	2
3	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : пер. с англ. / Под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013.	2
4	Физические методы исследования неорганических веществ : учебное пособие для вузов / Т. Г. Баличева [и др.]. - М.: Academia, 2006.	13
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал по аналитической химии, физическим, математическим и механическим методам исследования, а также сертификации материалов / Издательство Тест-ЗЛ. - Москва: Тест-ЗЛ, 1932 - .	
2	Оптика и спектроскопия : журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1956 - .	
3	Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Институт физики твердого тела. - Москва: Наука, 1982 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - Москва: Физматлит, 2009.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks132582">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks132582</a>	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Демтрёдер В. Современная лазерная спектроскопия : учебное пособие : пер. с англ. / В. Демтрёдер. - Долгопрудный: Интеллект, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks175302">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks175302</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : пер. с англ. / Под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks167130">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks167130</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Физические методы исследования неорганических веществ : учебное пособие для вузов / Т. Г. Баличева [и др.]. - М.: Academia, 2006.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks104482">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks104482</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Иванов А. С. Рентгенография металлов : учебное пособие / А. С. Иванов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3626">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3626</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / С. А. Оглезнева [и др.] ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. — Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. — 171 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6285">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6285</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигуриди. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks156543">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks156543</a>	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"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Макет просвечивающего электронного микроскопа	1
Лабораторная работа	Макет рентгеновского дифрактометра ДРОН-0,5	1
Лабораторная работа	Сканирующий фотоседиментограф	1
Лабораторная работа	Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр EDX-800HS	1
Лекция	Проектор, ноутбук, MS Windows 10, Dr.Web (Антивирус)	1
Практическое занятие	Учебный лабораторный комплекс «Фемтоскан» (компьютерный класс)	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 обучающихся по дисциплине  
«Физические методы и приборы для изучения, анализа и диагностики  
наночастиц и наноматериалов»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Материаловедение и технологии функциональных металлических, керамических, композиционных материалов
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Механика композиционных материалов и конструкций
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 1

**Семестр:** 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	5	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180	ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 1 семестр

Пермь, 2021

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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 разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные 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 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		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ПЗ	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> характеристики лабораторного оборудования, принципы его работы и правила эксплуатации;		ТО1		КР 1-3		ТВ
<b>З.2</b> современные методы проведения лабораторного контроля наноструктурированных композиционных материалов			ПЗ 1-2			
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> проводить эксперимент по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты;			ОЛР 1-3			ТВ
<b>У.2</b> производить технические измерения, составлять описания проводимых исследований, готовить данные для составления обзоров			ПЗ 1-2			
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками разработки графика проведения лабораторного контроля качества наноструктурированных композиционных			ОЛР 1-2			ПЗ

материалов						
<b>В.2</b> контроля правильности выполнения лабораторного контроля качества наноструктурированных композиционных материалов			ОЛР 1-2			КЗ

*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; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения 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**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 3 лабораторных работы. 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.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Инструментальные методы анализа наночастиц и наноматериалов», вторая КР – по модулю 2 «Применение микроскопии в исследованиях наноматериалов».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. В решении каких исследовательских задач эффективна поликапиллярная оптика Кумахова?
2. Виды излучения, в которых можно использовать поликапиллярную оптику.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Принципиальная разница между сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии.
2. Принципы формирования изображения в ближнепольной оптической микроскопии.
3. Продукты взаимодействия первичного пучка электронов с объектом анализа в сканирующей электронной микроскопии.

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. Взаимодействие между светом и материей. Внешние (неквантованные) и внутренние (квантованные) эффекты.
2. Абсорбционная и эмиссионная спектроскопия: общие сведения.
3. Измерительные системы спектроскопии: место и интенсивность поглощения.
4. Методы термического анализа, общие сведения, цели и задачи термического анализа.
5. Термогравиметрический анализ и дифференциальный термический анализ

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Дать интерпретацию результатов анализа размера, формы частиц и распределения частиц по размерам механоактивированного в высокоэнергетической мельнице порошка алюминия. Последовательность проведения исследования: 1) Определение задач исследования; 2) Выбор оборудования; 3) Выбор условий анализа (среда сухая/жидкая, диапазон измерений, количество измерительных каналов, вид получения результата (дифференциальные, интегральные кривые, таблицы); 4) Подготовка образцов (способ диспергирования).

2. Дать интерпретацию электронно-микроскопического и спектрального исследования структуры магнетронного покрытия (Ti,Al)N на сталь 20Х3МВФ-Ш. Последовательность проведения исследования: 1) Определение задач исследования; 2) Выбор оборудования; 3) Выбор режима работы установки (ускоряющее напряжение, кратность увеличения, рабочее расстояние WD, режим получения изображения и спектров (структура, энергодисперсионная спектроскопия); 4) Подготовка образцов (получение излома).

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен 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 задания для проверки умений и владений**

**Задание № 1**

Дать интерпретацию результатов анализа размера и распределения частиц по размерам механоактивированного в высокоэнергетической мельнице порошка оксида алюминия.

Последовательность проведения исследования

1. Определение задач исследования.
2. Выбор оборудования.
3. Выбор условий анализа:
  - скорость вращения диска;
  - диапазон измерений,
  - количество измерительных каналов;
  - вид получения результата (дифференциальные, интегральные кривые, таблицы).
4. Подготовка образцов:
  - способ диспергирования;

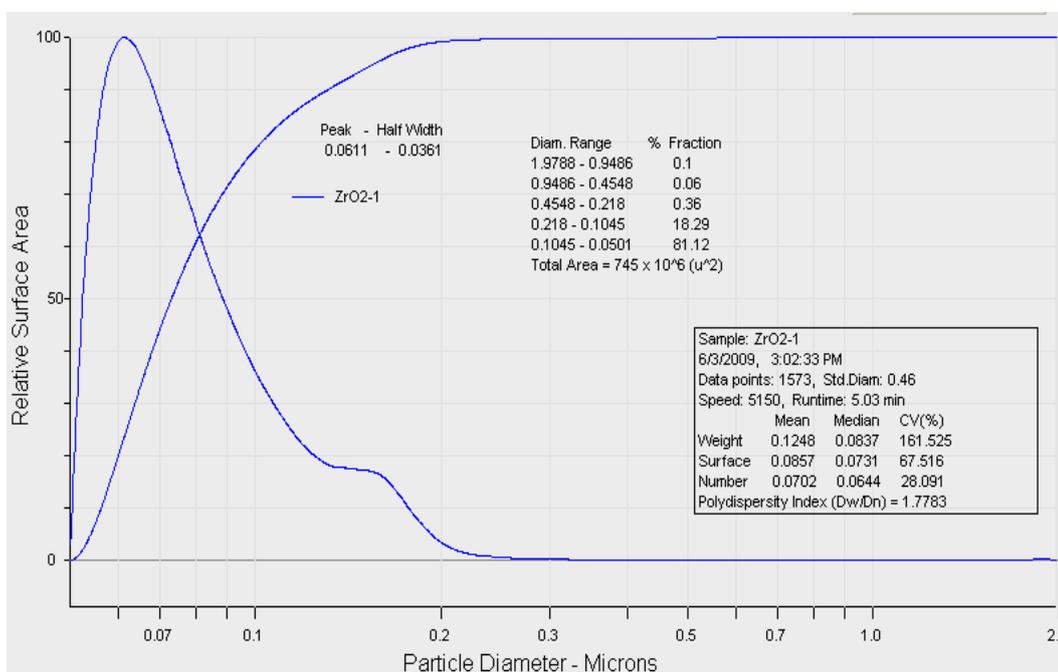


Рис. к заданию №1

**Задание №2.**

Дать интерпретацию результатов электронно-микроскопического исследования структуры излома спеченного  $ZrO_2$ , стабилизированного  $Y_2O_3$ .

Последовательность проведения исследования

1. Определение задач исследования.
2. Выбор оборудования.
3. Выбор режима работы установки:
  - ускоряющее напряжение;
  - кратность увеличения;
  - рабочее расстояние (WD)
  - режим получения изображения и спектров (структура, энергодисперсионная спектроскопия).
4. Подготовка образцов:
  - получение излома,

- нанесение токопроводящего покрытия.

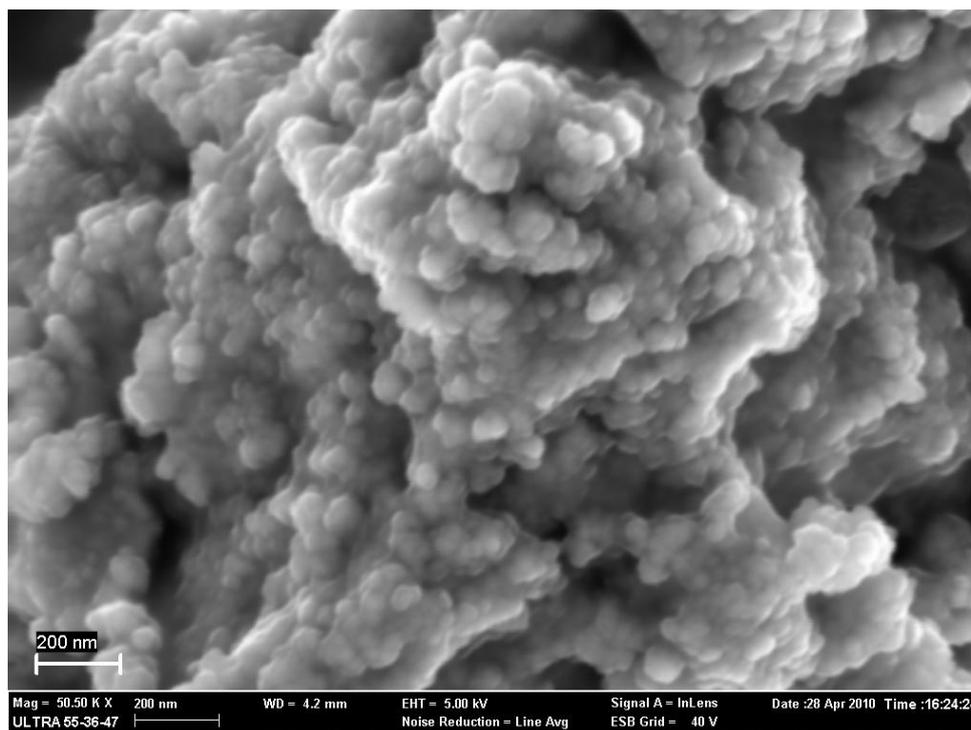


Рис. к заданию №2