

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет
Кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
др. техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Экспериментальные методы исследования наночастиц и
наноматериалов»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и
технологии материалов

Профиль программы бакалавриата

Материаловедение и технологии
наноматериалов и наносистем

Квалификация выпускника:

Бакалавр

Выпускающая кафедра:

Материалы, технологии и
конструирование машин

Форма обучения:

Очная

Курс: 3

Семестр(-ы): 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

180 ч

Виды контроля: Экзамен - 6 семестр

Пермь, 2017

Учебно-методический комплекс дисциплины «Экспериментальные методы исследования наночастиц и наноматериалов» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. № 1331 по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»;

- компетентностных моделей выпускника ОПОП по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профилю программы бакалавриата Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, утверждённых «25» сентября 20 15 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базовых учебных планов очной формы обучения по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», программы бакалавриата профиля Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, утверждённой 28 апреля 2016 года.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Метрология, стандартизация и сертификация; Механические свойства материалов; Методы моделирования наноматериалов и процессов нанотехнологии; Экономика предприятия и отрасли; Химия твердого тела; Коррозия и защита металлов; Сканирующая зондовая микроскопия; Управление качеством; Основы вакуумной техники; Исследовательский практикум; Производственная практика, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

канд. техн. наук, доц.  А.А. Сметкин

Рецензент

канд. техн. наук, доц.  М.Н. Каченюк

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материалы, технологии и конструирование машин» «16» кабры 2016 г., протокол № 4

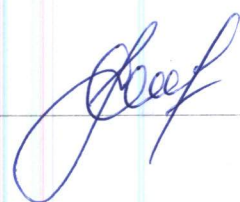
Заведующий кафедрой «Материалы, технологии и конструирование машин»,
ведущей дисциплину
д-р техн. наук, проф.



А.М. Ханов

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией механико-технологического факультета «21» 11 2016 г., протокол № 20.

Председатель учебно-методической комиссии
механико-технологического факультета
канд. пед. наук, доц.



Е.А. Синкина

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей
кафедрой «Материалы, технологии и
конструирование машин»
д-р техн. наук, проф.




А.М. Ханов

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доц.

Д. С. Репецкий

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины: получение знаний по проблемам исследования нанообъектов и наносистем различной природы, привитие навыков и умений выбора методов анализа и диагностики структуры, химического состава, морфологии нанообъектов и материалов.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации (ПК-4);

- готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации (ПК-5);

- способность оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения (ПК-10);

- способность использовать нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (ПК-13);

- готовность использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования (ПК-14).

1.2. Задачи учебной дисциплины

формирование знаний

- *теоретических основ методов исследования размеров, морфологии наночастиц и структуры наноматериалов;*

- *теоретических основ методов исследования элементного состава наноматериалов;*

- *принципов построения и работы оборудования для анализа наночастиц и наноматериалов;*

- *основных характеристик приборов и оборудования для исследования наночастиц и наноматериалов, области их применения для решения определенных задач;*

формирование умений:

- *обосновать выбор метода анализа для определения размеров наночастиц и структуры наноматериалов;*

- *применять полученные знания для проведения экспериментальных исследований наночастиц и наноматериалов.*

формирование навыков:

- *комплексного подхода к исследованию нанообъектов разной природы;*

- *обработки и обобщения результатов исследований нанообъектов.*

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы определения размеров нанообъектов различной природы;
- дифракционные методы анализа;
- спектроскопические методы анализа;
- просвечивающая и сканирующая электронная, зондовая, туннельная и атомно-силовая микроскопия;
- методы выявления квантово-размерных эффектов (рамановское рассеяние света, люминесценция);
- перспективные методы анализа нанообъектов, приборы и оборудование.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования наночастиц и наноматериалов» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины» и является *обязательной* при освоении ОПОП по направлению «Материаловедение и технологии материалов».

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

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-4	способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Б1.В.05 Механические свойства материалов Б1.ДВ.05.2. Коррозия и защита металлов	Б1.ДВ.06.1 Рентгенография Б1.ДВ.06.2 Сканирующая зондовая микроскопия Б1.ДВ.11.1 Исследовательский практикум
ПК-5	готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Б1.В.05 Механические свойства материалов	Б.2.В.04 Преддипломная практика Б1.ДВ.06.1 Рентгенография Б1.ДВ.06.2 Сканирующая зондовая микроскопия Б1.ДВ.11.1 Исследовательский практикум
ПК-10	способность оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения;	Б1.В.05 Механические свойства материалов	Б1.ДВ.08.2 Управление качеством
ПК-13	способность использовать нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний, научно-исследовательских и опытно-конструкторских	Б1.В.05 Механические свойства материалов	---

ПК-14	готовность использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования	Б1.В.05 Механические свойства материалов	Б1.ДВ.06.2 Сканирующая зондовая микроскопия Б1.ДВ.09.2 Основы вакуумной техники
--------------	---	---	---

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-4, ПК-5, ПК-10, ПК-13, ПК-14.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4 Б1.В.09	способность применять в исследованиях и расчетах знания о методах исследования материалов, различных процессах, протекающих при формировании материалов

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает теоретические основы методов исследования и диагностики размеров, морфологии наночастиц и структуры наноматериалов; теоретические основы методов исследования элементного состава наноматериалов;	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>
Умеет обосновать выбор метода анализа для определения размеров наночастиц и структуры наноматериалов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Индивидуальное задание</i>
Владеет обработки и обобщения результатов исследований нанообъектов	<i>Самостоятельная работа.</i>	<i>Индивидуальное задание</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-5

Код	Формулировка компетенции
ПК-5	готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-5 Б1.В.09	Способность выполнять комплексные исследования, испытания материалов и изделий, процессов их получения

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает основные характеристики приборов и оборудования для исследования наночастиц и наноматериалов, области их применения для решения определенных задач	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет применять полученные знания для проведения комплексных исследований наночастиц и наноматериалов	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)	Индивидуальное задание
Владеет навыками комплексного подхода к исследованию нанообъектов разной природы	Самостоятельная работа.	Индивидуальное задание

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-10

Код	Формулировка компетенции
ПК-10	способность оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-10 Б1.В.09	способность оценивать качество материалов в производственном процессе

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает основные характеристики приборов и оборудования для диагностики нанообъектов в производственном процессе	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет применять полученные знания для оценки качества наноматериалов в технологическом процессе	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)	Индивидуальное задание

Владеет навыками оценки качества объектов в технологическом процессе	<i>Самостоятельная работа.</i>	<i>Индивидуальное задание</i>
---	--------------------------------	-------------------------------

2.4 Дисциплинарная карта компетенции ПК-13

Код	Формулировка компетенции
ПК-13	способность использовать нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний, научно-исследовательских и опытно-конструкторских

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-13 Б1.В.09	способность использовать методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>
Умеет применять полученные знания для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений	<i>Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Индивидуальное задание</i>
Владеет навыками подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений	<i>Самостоятельная работа.</i>	<i>Индивидуальное задание</i>

2.5 Дисциплинарная карта компетенции ПК-14

Код	Формулировка компетенции
ПК-14	готовность использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-14 Б1.В.09	готовность использовать приборы измерения и контроля при сертификации наноматериалов

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает сертификационные требования к средствам измерений	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического</i>	<i>Вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>

	<i>материала.</i>	
Умеет применять полученные знания о технических средствах измерения и контроля при сертификации материалов	<i>Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Индивидуальное задание</i>
Владеет навыками обобщения и обработки полученных результатов измерений	<i>Самостоятельная работа.</i>	<i>Индивидуальное задание</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 6	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная работа)	68	68
	- в том числе в интерактивной форме	14	14
	- лекции (Л)	32	32
	- в том числе в интерактивной форме	0	0
	- практические занятия (ПЗ)	18	18
	- в том числе в интерактивной форме	6	6
	- лабораторные работы (ЛР)	18	18
	- в том числе в интерактивной форме	8	8
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- реферат	20	20
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	12	12
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)	11	11
	- изучение теоретического материала	29	29
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачёт /экзамен</i>	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	180	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)	5	5

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- пли- ны	Номер темы дисцип- лины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоё- мкость ч/ ЗЕ
			Аудиторная работа				КСР	Итого- вая ат- теста- ция	Само- стоя- тель- ная работа	
			Всего	Л	ПЗ (С)	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.		Введение	1	1						1
	1	1	1	1					3	4
		2	5	1	4				6	11
		3	17	7	4	6			22	39
	2	4	2	2				2	4	
		5	8	4		4		4	12	
		6	2	2				2	4	
	Всего по модулю:			36	18	8	10	2		39
2.	3	7	4,5	2,5	2			4	8,5	
		8	8	2	2	4		10	18	
		9	3	1	2			8	11	
	4	10	16	8	4	4		11	27	
		Заключе- ние	0,5	0,5						0,5
Всего по модулю:			32	14	10	8	2		33	65/1,81
Промежуточная аттестация								Экза- мен		
Итого			68	32	18	18	4	36	72	180/5

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Дифракционные и микроскопические методы исследования нанообъектов и наноматериалов. Л – 10 час., ПЗ – 8 ч., ЛР – 6 ч., СРС – 31 ч.

Введение. Л – 1 час.

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

«Экспериментальные методы исследования наночастиц и наноматериалов» - дисциплина, изучающая методы исследования размеров, элементного состава, структуры свойств наночастиц и наноматериалов. Классификация физических, физико-химических методов анализа и их сравнительная характеристика. Особенности и границы применения методов.

Раздел 1. Рентгеноструктурные методы исследований. Л – 10 ч., ПЗ – 8 ч., ЛР – 6 ч., СРС – 31 ч.

Тема 1. Структура и методы ее исследования Л – 1 ч., СРС – 3 ч.

Понятие структуры. Взаимосвязь структуры и свойств материала. Типичные структурные методы исследования.

Тема 2. Получение рентгеновских лучей Л – 1 ч., ПЗ – 4 ч., СРС – 6 ч.

Типы рентгеновских трубок. Рентгеновские аппараты. Основные цепи рентгеновского аппарата. Современные рентгеновские установки для структурного анализа. Меры защиты при работе с рентгеновскими лучами.

Тема 3. Основы рентгеноструктурного анализа Л – 7 ч., ПЗ – 4 ч., ЛР – 6 ч., СРС – 22 ч.

Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Уравнение Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга. Использование обратной решетки при изучении явления дифракции.

Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ, его сущность. Происхождение зональных эллипсов на рентгенограмме.

Метод вращения. Слоевые линии. Расстояния между слоевыми линиями. Симметрия в расположении пятен на слоевых линиях.

Метод Дебая-Шеррера (метод порошков). Рентгеновские камеры. Схемы зарядки камер. Выбор излучения. Измерение положения линий на рентгенограмме. Индексирование рентгенограмм.

Раздел 2. Микроскопические методы исследований. Л – 8 ч., ЛР – 6 ч., СРС – 8 ч.

Тема 4. Просвечивающая электронная микроскопия Л – 2 ч., СРС – 2 ч.

Электронномикроскопическое изображение. Дифракционный контраст. Микродифракция. Электронная микроскопия высокого разрешения.

Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия Л – 4 ч., ЛР – 4 ч., СРС – 4 ч.

Схема работы сканирующего электронного микроскопа. Получение изображения.

Тема 6. Сканирующая зондовая микроскопия Л – 2 ч., СРС – 2 ч.

Принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Основные определяемые физико-механические характеристики исследуемых нанообъектов.

Модуль 2. Анализ размера частиц и спектроскопические методы исследований наночастиц и наноматериалов. Л – 14 ч., ПЗ – 10 ч., ЛР – 8 ч., КСР – 2 ч., СРС – 33 ч.

Раздел 3. Анализ размера частиц. Лк – 5,5 час., ПЗ – 6 час., ЛР – 4 час., СРС – 22 час.

Тема 7. Методы измерения размеров частиц Л – 2,5 ч., ПЗ – 2 ч., СРС – 4 ч.

Классификация методов измерения размеров частиц. Статистические величины в гранулометрическом анализе. Сравнение результатов, полученных разными методами.

Тема 8. Методы седиментации в анализе размеров частиц Л – 2 ч., ПЗ – 2 ч., ЛР – 4 ч., СРС – 10 ч.

Метод фотоседиментации. Дифференциальная высокоскоростная седиментация.

Тема 9. Методы рассеяния лазерного излучения Л – 1 ч., ПЗ – 2 ч., СРС – 8 ч.

Методы статического и динамического рассеивания света. Приборы, оборудование, работающие по LLS- и PSC- принципу.

Раздел 4. Анализ элементного состава веществ. Л – 8 ч., ПЗ – 4 ч., ЛР – 4 ч., СРС – 11 ч.

Тема 10. Спектроскопические методы исследования наночастиц и наноматериалов Л – 8 ч., ПЗ – 4 ч., ЛР – 4 ч., СРС – 11 ч.

Рентгеновская спектроскопия. Рассеяние на аморфных и частично упорядоченных объектах. Электронная спектроскопия. Фотоэлектронная спектроскопия. Ультрафиолетовая электронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. ИК- и КР-спектроскопия.

Заключение. Л – 0,5 час.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	Изучение устройства и принцип работы рентгеновской трубки
2	2	Изучение устройства и принцип работы рентгеновского дифрактометра
3	3	Измерение положения линий на рентгенограмме

4	3	Использование обратной решетки при изучении явления дифракции
5	7	Изучение статистических величин в гранулометрическом анализе
6	8	Подбор параметров анализа размера частиц в седиментационном методе.
7	9	Использование лазерной дифракции в анализе размера частиц
8	10	Изучение устройства и принцип работы рентгенофлюоресцентного спектрометра.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	3	Определение параметров кристаллической решетки и объема элементарной ячейки
2	3	Определение величин областей когерентного рассеяния
3	5	Сканирующий электронный микроскоп. Устройство, принцип получения изображения
4	8	Изучение устройства и принципа действия дифференциального фотоседиментографа.
5	10	Энергодисперсионный рентгенофлюоресцентный спектрометр. Устройство, принцип работы и выполнение анализа

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Тема 1. Способы описания микроструктуры

Тема 2. Меры защиты при работе с рентгеновскими лучами.

Тема 3. Происхождение зональных эллипсов на рентгенограмме. Симметрия в расположении пятен на слоевых линиях.

Тема 4. Электронная микроскопия высокого разрешения. Пробоподготовка в просвечивающей электронной микроскопии

Тема 5. Пробоподготовка в сканирующей электронной микроскопии

Тема 6. Основные определяемые механические характеристики исследуемых нанообъектов.

Тема 7. Сопоставление результатов, полученных разными методами.

Тема 8 Ограничения в методах фотоседimentации и дифференциальной высокоскоростной седimentации.

Тема 9. Приборы, оборудование, работающие по LLS- и PSC- принципу.

Тема 10. Ультрафиолетовая электронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия.

5.1. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (CPC)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (CPC)	Трудоемкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	2
2	Подготовка к практическому занятию №1	2
	Подготовка к практическому занятию №2	2
3	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическому занятию №3	2
	Подготовка к практическому занятию №4	2
	Подготовка к лабораторной работе №1	4
	Подготовка к лабораторной работе №2	4
4	Изучение теоретического материала	2
5	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторной работе №3	2
6	Изучение теоретического материала	2
7	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №5	2
8	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №6	2
	Подготовка к лабораторной работе №4	1
9	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию №7	2
10	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическому занятию №8	3
	Подготовка к лабораторной работе №5	3
	Подготовка реферата	20
	Итого: в АЧ/ в ЗЕТ	72/2

5.2. Индивидуальные задания

Требования к индивидуальным заданиям

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

- 1) Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия
- 2) Эффект Оже. Оже-спектроскопия
- 3) Ультразвуковые методы измерений
- 4) Видеоизмерения
- 5) Профилометрия
- 6) Сканирующий конфокальный микроскоп
- 7) Люминесцентная микроскопия
- 8) Магнитно-резонансные методы исследований
- 9) Терагерцовая спектроскопия
- 10) Масс-спектрометрический метод анализа
- 11) Рамановская спектроскопия

- 12) Фемто- и наносекундная спектроскопия
- 13) Анализ размера частиц: методы и оборудование
- 14) Исследование наноматериалов с использованием синхротронного излучения
- 15) Просвечивающая электронная микроскопия
- 16) Спектроскопия рентгеновского поглощения EXAFS
- 17) Оптический поляризационный метод исследования поверхности
- 18) Сканирующая электронная микроскопия с рентгеновским микроанализом
- 19) Сканирующая зондовая литография
- 20) Рентгеновская литография
- 21) Источники рентгеновского излучения высокой плотности, поликапиллярная оптика
Кумахова
- 22) Мессбауэровская спектроскопия
- 23) Анализ свойств поверхности материалов на нано- и микроуровнях
- 24) Рентгенофлюоресцентная спектроскопия
- 25) Сканирующая зондовая микроскопия

5.3. 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, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные технологии.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму при этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний; развитие творческих навыков. При подготовке к практическим занятиям используется опережающая самостоятельная работа, т.е. изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий (лекции).

Проведение лабораторных занятий основывается на активном применении современного исследовательского оборудования для анализа и диагностики нанообъектов и материалов различной природы. Студенты используют его для получения навыков выполнения исследований, анализа, диагностики материалов, организации измерений и технического обслуживания.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- оценка работы студента на практических занятиях в виде выполнения индивидуальных заданий. Всего предусмотрено 5 индивидуальных заданий / отчетов по практическим занятиям внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 3 работы, модуль 2 – 2 работы).

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

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

- контрольная работа (модуль 1, 2).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

1 Структурные методы исследования

2 Принцип работы рентгеновской трубки. Формирование рентгеновского излучения

3 Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах.

4 Формирование микроскопического изображения в просвечивающем электронном микроскопе

5 Принцип работы сканирующего зондового микроскопа

Модуль 2

6 Статистические величины в гранулометрическом анализе.

7 Методы седиментации в анализе размеров частиц

8 Спектроскопические методы исследования наночастиц и наноматериалов

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций Экзамен.

Экзамен по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (разрабатывается отдельным документом).

Экзаменационная оценка выставляется с учетом результатов рубежного контроля.

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

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1 теоретические основы методов исследования и диагностики размеров, морфологии наночастиц и структуры наноматериалов; теоретические основы методов исследования элементного состава наноматериалов;	ОПЗ 1, 2, 3, 4	ЗЛР 1-5	РКР 1	ТВ
3.2 основные характеристики приборов и оборудования для исследования наночастиц и наноматериалов, области их применения для решения определенных задач	ОПЗ 2, 6, 7, 8	ЗЛР 1-5	РКР 2	
3.3 основные характеристики приборов и оборудования для диагностики нанообъектов в производственном процессе	ОПЗ 7, 8	ЗЛР 1-5	РКР 3	
3.4 нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений	ОПЗ 5, 8		РКР 3	
3.5 сертификационные требования к средствам измерений	ОПЗ 5, 6, 8		РКР 4	

	Освоенные умения				
У.1 обосновать выбор метода анализа для определения размеров наночастиц и структуры наноматериалов	ОПЗ 1, 2, 3	ЗЛР 4			ПЗ
У.2 применять полученные знания для проведения комплексных исследований наночастиц и наноматериалов	ОПЗ 4, 5, 6	ЗЛР 1-5			
У.3 применять полученные знания для оценки качества наноматериалов в технологическом процессе	ОПЗ 7, 8				
У.4 применять полученные знания для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений	ОПЗ 7, 8				
У.5 применять полученные знания о технических средствах измерения и контроля при сертификации материалов	ОПЗ 5, 8				
	Приобретенные владения				
В.1 обработки и обобщения результатов исследований нанообъектов	ОПЗ 5, 7, 8		ИКЗ		КЗ
В.2 навыками комплексного подхода к исследованию нанообъектов разной природы	ОПЗ 2		ИКЗ		
В.3 навыками оценки качества объектов в технологическом процессе		ЗЛР 5	ИКЗ		
В.4 навыками подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений	ОПЗ 8		ИКЗ		
В.5 навыками обобщения и обработки полученных результатов измерений		ЗЛР1-5			

ОПЗ – отчет по практическому занятию; ЗЛР – защита лабораторной работы;

РКР – рубежная контрольная работа;

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание;

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине входит в состав РПД в виде приложения.

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Экзамен

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

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<i>Б1.В.09</i> Экспериментальные методы исследования наночастиц и наноматериалов (полное название дисциплины)	БЛОК 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)	
	☐ базовая часть цикла	☒ обязательная
	☒ вариативная часть цикла	☐ по выбору студента

22.03.01 код направления / специальности	<i>Материаловедение и технологии материалов / Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем</i> полное название направления / специальности
---	--

<i>МТМ / МТН</i> аббревиатура направления/ специальности	Уровень подготовки ☐ специалист ☒ бакалавр ☐ магистр	Форма обучения ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
--	---	--

2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр: <u>6</u>	Количество групп: <u>1</u>
		Количество студентов: <u>20</u>

Сметкин Андрей Алексеевич (фамилия, инициалы преподавателя)	Доцент кафедры (должность)
Механико-технологический (факультет)	
Материалы, технологии и конструирование машин (кафедра)	тел. 8(342)239-11-27; solid@pm.pstu.ac.ru (контактная информация)

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

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1. Основная литература		
1	Микроскопические методы исследования материалов : пер. с англ. / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт ; Российская академия наук; Институт синтетических полимерных материалов им. Н. С. Ениколопова .— Москва: Техносфера, 2007 .— 371 с.	3
2	Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : Учеб. пособие: Пер. с англ. М.: Техносфера, 2006 .— 377 с. (Научно-техническая)	4
3	Введение в нанотехнологию : учебник для вузов / В. И. Марголин [и др.].— Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012 .— 457 с.	4+ЭБС «Лань»
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
	Наноструктурные материалы : учебное пособие для вузов / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля .— М. : Академия, 2005 .— 187 с :	18
1.	Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И. Металловедение, термообработка и рентгенография: учебник для вузов. М.: Изд-во МИСиС, 1994.— 479 с. (учебник)	18
2.	Оглезнева С.А., Сметкин А.А., Муратов К.Р., Абляз Т.Р., Морозов Е.А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов. Конспект лекций. Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, Пермь, 2012. 172 с. (Конспект лекций)	5
3.	Горелик С.С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МИСиС, 2002.— 358 с. (учебник)	53
4.	Получение наночастиц и наноматериалов : учебное пособие / С. Е. Порозова, В. Б. Кульметьева ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010 .— 134 с.	20+ЭБ
5.	Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия : пер. с англ. / Д. Синдо, Т. Оикава .— М. : Техносфера, 2006 .— 253 с. (Научно-техническая)	4
6.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : пер. с англ. / Под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга .— Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2013 .— 582 с.	2
2.2. Периодические издания		
1.	Оптика и спектроскопия/ Академиздатцентр "Наука.— Москва	
2.	Наноиндустрия: журнал. Москва: Техносфера	
3.	Российские нанотехнологии: журнал. Москва: Парк-медиа	
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы		
1.	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь,	

	2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2.	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на _____

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки...



Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
(дата контроля литературы)

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Программы, используемые для обучения и контроля - не предусмотрены

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.3 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-видео пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
	*			Микроскопы
	*			Гелиевый электронный микроскоп
	*			Масс-спектрометрия
	*			XFE-лазер

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

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория с мультимедийным обеспечением	Кафедра МТиКМ	21 корпуса МТиКМ	40	30
2	Технологическая лаборатория	Кафедра МТиКМ	15 корпуса МТиКМ	40	10
3	Компьютерный класс (учебный лабораторный комплекс «Фемтоскан»)	Кафедра МТиКМ	23 корпуса МТиКМ	40	20

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1.	Мультимедиапроектор, ноутбук, акустическая система	1	оперативное управление	21
2.	Макет рентгеновского дифрактометра ДРОН-0,5	1	оперативное управление	

3.	Макет просвечивающего электронного микроскопа	1	оперативное управление	16
4.	Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр EDX-800HS	1	оперативное управление	112 (НЦ ПМ)
5.	Сканирующий электронный микроскоп Phenom	1	оперативное управление	109 (НЦ ПМ)
6.	Микроскоп «Neophot-21»	1	оперативное управление	23
7.	Сканирующий фотоседиментограф	1	оперативное управление	107 (НЦ ПМ)

Лист регистрации изменений

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