

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании Ученого
совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
протокол №25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дифракционные методы исследования материалов

название дисциплины

для направления подготовки

22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

Композиты и материалы фотоники

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – овладение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, необходимыми для освоения основ дифракционных методов исследования материалов; получение практических навыков работы с современными литературными первоисточниками, включая зарубежные; развитие практических навыков логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.

Задачи изучения дисциплины – освоить методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов); использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах для рентгеноструктурного анализа, электронной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части, изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов, Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве, Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах, Современные задачи в области нанотехнологий.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Научно-исследовательская работа, Производственная практика.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов обучения
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	З-ОПК-1 Знать основы физики конденсированного состояния, современные представления о структуре материалов и технологических процессах получения конструкционных и функциональных материалов; У-ОПК-1 Уметь решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; В-ОПК-1 владеть навыками исследования материалов и производственной деятельности в области материаловедения
ОПК-2	Способен разрабатывать	З-ОПК-2 Знать перечень основных стандартов

	научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	по оформлению научно-технической документации; У-ОПК-2 Уметь оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии;
ОПК-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	З-ОПК-3 Знать основы системы менеджмента качества; У-ОПК-3 Уметь использовать основы системы менеджмента качества в управлении профессиональной деятельностью; В-ОПК-3 Владеть навыками управления профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества.
ОПК-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	З-ОПК-4 Знать перечень основных источников информации, необходимых для проведения научных исследований; У-ОПК-4 Уметь находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; В-ОПК-4 Владеть навыками поиска и переработки информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	З-ОПК-5 Знать основные методы оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований; У-ОПК-5 Уметь оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях; В-ОПК-5 Владеть навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.
ПК-1	Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов	З-ПК-1 Знать основные методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; У-ПК-1 Уметь использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; В-ПК-1 Владеть навыками моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования

ПК-2	Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	З-ПК-2 Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании; У-ПК-2 Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов; В-ПК-2 Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания.
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы; У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности; В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий;
УКЦ-2	Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении; У-УКЦ-2 Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения; В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий;

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомоощными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным

		оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомоощных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.
--	--	--

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	Семестр
	№ 3
	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	48
В том числе:	
лекции (лекции в интерактивной форме)	8
практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)	24
лабораторные занятия	16
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет	36

экзамен	
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	184
В том числе:	
Подготовка к семинарским занятиям	52
Подготовка к выполнению лабораторных работ, оформлению отчета	52
Подготовка к экзамену	80
Всего (часы):	216
Всего (зачетные единицы):	6

*Примерные нормы времени на выполнение студентами
внеаудиторной самостоятельной работы*

<i>Вид самостоятельной работы</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Норма времени, ак. ч</i>
1. Выполнение:		
– курсового проекта	1 проект	45-50
– курсовой работы	1 работа	25-35
– домашнего задания	1 задание	3-10
2. Решение отдельных задач	1 задача	0,5
3. Проработка		
– конспекта лекций	1 п. л.	0,5-1
– учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал излагается в лекциях)	1 п. л.	3-4
– учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал не излагается на лекциях)	1 п. л.	3-4
– специальной методической литературы	1 п. л.	5-15
4. Изучение первоисточников:		
– с составлением плана	1 п. л.	1-2
– с составлением конспекта	1 п. л.	4-5
5. Написание реферата	1 реферат	10-15
6. Составление обзора литературы	обзор, 1 п. л.	15-20
7. Подготовка:		
– к семинарским занятиям,	1 занятие	2-2,5
– к выполнению лабораторной работы, оформлению отчета	4-х часовая аудиторная работа	1-2 самостоятельной работы
– к коллоквиуму	1 коллоквиум	5-7

<i>– к контрольной работе</i>	<i>1 работа</i>	<i>2-3</i>
8. Перевод текста с иностранного языка	<i>1000 знаков</i>	<i>1-2</i>

Примечание – 1 п. л. соответствует в среднем 16 страницам учебника (учебного пособия) обычного формата или 40 000 знаков.

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом и техника рентгенографии	1	4	2		26
2.	Основные методы рентгеноструктурного анализа	1	4	2		26
3.	Рентгеноанализ твердых растворов	1	4	2		25
4.	Применение дифракции электронов и нейтронов в структурном анализе	1	4	2		28
5.	Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия	1	4	2		26
6.	Основные задачи, решаемые дифракционными методами	1	4	3		28
7.	Электронно-оптические и другие микроскопические методы изучения состава и структуры	2	4	3		25
	Итого за 1 семестр:	8	24	16		184
	Всего:	8	24	16		184

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом и техника рентгенографии	Природа рентгеновских лучей. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение рентгеновских лучей веществом. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Регистрация рентгеновского излучения.
2.	Основные методы рентгеноструктурного анализа	Построение Эвальда. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла. Метод поликристалла. Рентгеновская дифрактометрия. Индицирование рентгенограмм. Прецизионные измерения периодов решетки.
3.	Рентгеноанализ твердых растворов	Определение типа твердого раствора. Построение диаграмм фазового равновесия. Анализ состава твердого раствора. Изучение упорядочения твердого раствора.
4.	Применение дифракции электронов и нейтронов в структурном анализе	Особенности рассеяния электронов и нейтронов веществом. Основные области использования электронографии и нейтронографии.
5.	Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия	Эффект Мессбауэра. Методика получения мессбауэровских спектров. Характеристические величины: изомерный сдвиг, магнитное расщепление, квадрупольное расщепление, температурный сдвиг. Сверхтонкие взаимодействия и возможности мессбауэровской спектроскопии в физике твердого тела.
6.	Основные задачи, решаемые дифракционными методами	Качественный и количественный рентгенофазовый анализ, их возможности и ограничения. Пользование базой данных PDF-2, программами OUTSET и DDView. Индицирование рентгенограмм моно- и поликристаллов. Квадратичные формулы для различных сингоний. Программы для индицирования и уточнения параметров. Текстуры и методы их исследования. Значение текстур в материаловедении. Исследование текстур фотометодом и на дифрактометре общего назначения: качественное выявление характера и индексов текстуры, определение степени ориентации в текстурах укладки. Элементы структурного анализа кристаллов. Основные этапы и основные проблемы расшифровки структуры. Систематические погасания и определение дифракционной группы. Интенсивности дифракционных максимумов. Множители поглощения, повторяемости, атомные множители рассеяния и тепловые параметры. Структурные факторы. Уточнение структуры, критерии достоверности расшифровки.
7.	Электронно-оптические и другие	Эмиссионная электронная микроскопия. Электронный и ионный проекторы. Принципы некоторых специальных

	микроскопические методы изучения состава и структуры	методов микроскопии: туннельная, атомно-силовая, рентгеновская дифракционная и абсорбционная микроскопия. Методы изучения элементного состава микрообъемов: микрорентгеноспектральный анализ, Оже-спектроскопия, масс-спектроскопия вторичных ионов.
--	---	---

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом и техника рентгенографии	Природа рентгеновских лучей. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение рентгеновских лучей веществом. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Регистрация рентгеновского излучения.
2.	Основные методы рентгеноструктурного анализа	Построение Эвальда. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла. Метод поликристалла. Рентгеновская дифрактометрия. Индицирование рентгенограмм. Прецизионные измерения периодов решетки.
3.	Рентгеноанализ твердых растворов	Определение типа твердого раствора. Построение диаграмм фазового равновесия. Анализ состава твердого раствора. Изучение упорядочения твердого раствора.
4.	Применение дифракции электронов и нейтронов в структурном анализе	Особенности рассеяния электронов и нейтронов веществом. Основные области использования электронографии и нейтронографии.
5.	Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия	Эффект Мессбауэра. Методика получения мессбауэровских спектров. Характеристические величины: изомерный сдвиг, магнитное расщепление, квадрупольное расщепление, температурный сдвиг. Сверхтонкие взаимодействия и возможности мессбауэровской спектроскопии в физике твердого тела.
6.	Основные задачи, решаемые дифракционными методами	Качественный и количественный рентгенофазовый анализ, их возможности и ограничения. Пользование базой данных PDF-2, программами OUTSET и DDView. Индицирование рентгенограмм моно- и поликристаллов. Квадратичные формулы для различных сингоний. Программы для индицирования и уточнения параметров. Текстуры и методы их исследования. Значение текстур в материаловедении. Исследование текстур фотометодом и на дифрактометре общего назначения: качественное выявление характера и индексов текстуры, определение степени ориентации в текстурах укладки. Элементы структурного анализа кристаллов. Основные этапы и основные проблемы расшифровки структуры. Систематические погасания и определение дифракционной группы. Интенсивности дифракционных максимумов. Множители поглощения,

		повторяемости, атомные множители рассеяния и тепловые параметры. Структурные факторы. Уточнение структуры, критерии достоверности расшифровки.
7.	Электронно-оптические и другие микроскопические методы изучения состава и структуры	Эмиссионная электронная микроскопия. Электронный и ионный проекторы. Принципы некоторых специальных методов микроскопии: туннельная, атомно-силовая, рентгеновская дифракционная и абсорбционная микроскопия. Методы изучения элементного состава микрообъемов: микрорентгеноспектральный анализ, Оже-спектроскопия, масс-спектроскопия вторичных ионов.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом и техника рентгенографии	Рентгентехника. Изучение устройства рентгеновских трубок и аппаратов
2.	Основные методы рентгеноструктурного анализа	Изучение устройства рентгеновского дифрактометра, приготовление образца и съемка дифрактограммы.
3.	Рентгеноанализ твердых растворов	Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ. Построение границы растворимости для бинарной системы.
6.	Основные задачи, решаемые дифракционными методами	Индицирование рентгенограмм и определение размеров элементарной ячейки.
7.	Электронно-оптические и другие микроскопические методы изучения состава и структуры	Металлографический анализ материалов.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Антошина И.А., Хмелевская В.С. Учебное пособие по курсу «Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия». - Обнинск: ИАТЭ, 2009. – 86с.
2. Антошина И.А., Богданов Н.Ю. Лабораторный практикум по курсу «Методы исследования материалов и процессов». - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010. – 32с.

3. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия», ИАТЭ НИЯУ МИФИ – каф. Материаловедения.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 3 семестр			
1	Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом и техника рентгенографии. Основные методы рентгеноструктурного анализа. Рентгеноанализ твердых растворов	ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания; УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде; УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования;	Коллоквиум 1 (Кл.-1)
2	Основные задачи, решаемые дифракционными методами. Электронно-оптические и другие микроскопические методы изучения состава и структуры	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры,	Коллоквиум 2 (Кл.-2)

		публикации, рецензии; ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества; ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях;	
Промежуточный контроль			
	Зачёт с оценкой	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии; ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества; ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях; ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для	Вопрос к зачёту

		оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания; УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде; УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования;	
--	--	--	--

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Зачет

а) типовые вопросы (задания):

1. Качественный рентгеновский фазовый анализ.
2. Атомно-силовая микроскопия.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- использование знаний о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях
- понимание физической природы описываемых явлений,
- применение методов анализа и диагностики для исследования структуры и свойств материалов

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

8.2.2. Коллоквиум №1

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Возникновение характеристических рентгеновских лучей.
2. Рентгенографический метод определения типа твердого раствора.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

Отметка «отлично» (в баллах от 28 до 30) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» (в баллах от 23 до 27) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 18 до 22) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах до 17) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

8.2.3. Коллоквиум №2

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Применение электронографии для исследования структуры материалов.
2. Основные характеристики мессбауэровских спектров.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

Отметка «отлично» (в баллах от 28 до 30) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» (в баллах от 23 до 27) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 18 до 22) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах до 17) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (Коллоквиум № 1) и контрольная точка № 2 (Коллоквиум № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		

	Коллоквиум № 1.	18	30
	Контрольная точка № 2		
	Коллоквиум № 2.	17	30
Промежуточный	Экзамен		
	Билеты к экзамену.	25	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Перед каждой процедурой оценивания знаний проводится устный опрос на практическом занятии и затрагивает как тематику лекционного материала, так и типовые задания коллоквиумов. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые не набрали необходимого количества баллов (60) по оценочным средствам, пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций с помощью оценочных средств текущего контроля во время изучения дисциплины, проводится после дополнительной проверки компетенций преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на дополнительных занятиях.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: в 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. – Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов/ Н.В. Волков, В.И. Скрытый, В.П. Филиппов, В.Н. Яльцев. – М.: МИФИ, 2012. – 800 с. 50 экз.
2. Уманский Я.С. Рентгенография металлов и полупроводников. - М.: изд-во "Металлургия". - 1969. - 496 с.
3. С.С.Горелик, Л.Н.Расторгуев, Ю.А.Скаков. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСиС, 2002.-360с.
4. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник под ред. М.Л.Бернштейна и А.Г.Рахштадта. М.: Металлургия. 1991. Т.1, 352 с. (5 экз. в библ.)
5. Д. Брандон, У. Каплан. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. Москва: Техносфера, 2004. – 384с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Я.С.Уманский, Ю.А.Скаков, А.Н.Иванов, Л.Н.Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия. 1982. 631 с.
2. Русаков А.А. Рентгенография металлов. М.: Атомиздат, 1977, 480 с.
3. Русаков А.А., Яльцев В.Н. Основы рентгенографии металлов. Ч.1, М.: МИФИ, 1994, 172 с.
4. Методы анализа поверхностей. Под ред. Зандерна А. - М.: Мир. - 1979. - 582с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Международный центр дифракционных данных [Официальный сайт]. — URL: <http://www.icdd.com>
2. COD (Crystallography Open Database) - база данных кристаллических структур органических, неорганических, металло-органических соединений и минералов, за исключением биополимеров — URL: <http://www.crystallography.net>
3. Сайт Международного Союза Кристаллографов (International Union of Crystallography) — URL: <http://www.iucr.org>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется проработать соответствующие темы лекционного курса, а также ознакомиться с литературой.

При изучении темы ***Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом и техника рентгенографии*** обратить внимание на:

- физику рентгеновских лучей,
- механизмы поглощения рентгеновских лучей веществом,
- явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество,
- источники рентгеновского излучения,
- методы регистрации рентгеновского излучения.

При изучении темы ***Основные методы рентгеноструктурного анализа*** обратить внимание на:

- метод порошков: геометрия съемки, плоская и цилиндрическая съемка, симметричная и асимметричная закладка пленки, приготовление образцов,
- задачи, решаемые методом Лауэ,
- применение метода вращения монокристалла,
- метод рентгеновской дифрактометрии: точность определения межплоскостных расстояний, индентирование рентгенограмм в случае известной и неизвестной ячейки, учет ошибок.

При изучении темы ***Рентгеноанализ твердых растворов*** обратить внимание на:

- рентгенографическое определение типа твердого раствора,
- рентгенографическое построение границы растворимости,
- исследование упорядочения твердых растворов.

При изучении темы ***Применение дифракции электронов и нейтронов в структурном анализе*** обратить внимание на:

- сравнительную характеристику методов электронографии и нейтронографии по отношению к рентгенографии,
- преимущества и недостатки,
- область применения.

При изучении темы ***Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия*** обратить внимание на:

- взаимодействие гамма излучения с веществом,
- область применения и задачи, решаемые методом.

При изучении темы ***Электронно-оптические и другие микроскопические методы изучения состава и структуры*** обратить внимание на:

- устройство электронного микроскопа,
- приготовление образцов для электронной микроскопии,
- особенности применения ПЭМ и РЭМ при исследовании материалов,
- особенности применения СЗМ для исследования микроструктуры материалов.

При подготовке к выполнению ***лабораторных работ*** ознакомиться с теоретической и экспериментальной частью работы, проработать контрольные вопросы:

1. Рентгентехника. Изучение устройства рентгеновских трубок и аппаратов.
2. Изучение устройства рентгеновского дифрактометра.
3. Приготовление образца и съемка дифрактограммы.
4. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ.
5. Построение границы растворимости для бинарной системы.
6. Индексирование рентгенограмм и определение размеров элементарной ячейки.
7. Рентгеновский анализ текстуры волочения.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

12.1. Перечень информационных технологий

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media

Player»).

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Лаборатория рентгеновского анализа.
2. Рентгеновские аппараты “ ДРОН-7М, ДРОН-8.0”.
3. Электронный микроскоп (ГНЦ РФ ФЭИ).
4. Лаборатория металлографического анализа.
5. Лаборатория термического анализа.
6. Лаборатория микроскопических исследований.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента.
- При изложении всех разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями.
- Систематические индивидуальные консультации.
- Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки

Самостоятельная работа обучающихся состоит в проработке лекционного курса и учебно-методической литературы при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам.

Контроль самостоятельной работы осуществляется при проведении практических занятий, рейтинговом контроле, а также при выполнении и защите лабораторных работ.

14.3. Краткий терминологический словарь