

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 27 » 04 2026 г.

_____/ Мальсагов М.Х.
от « 28 » 04 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.09.01 Дифракционные методы исследования материалов
(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Направленность

Микроэлектроника

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

г. Магас, 2026 г

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов» являются

- формирование знаний о современных рентгенографических и электронно-микроскопических методах структурного анализа материалов для решения материаловедческих задач;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений производить качественные и количественные оценки структурных и фазовых превращений в металлах и сплавах методами структурного анализа.

К основным **задачам** освоения дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов» следует отнести:

- освоение методик структурного анализа материалов с применением методов рентгенографии и электронной микроскопии и основ анализа экспериментальных данных, полученных методами рентгенографии и электронной микроскопии

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Дифракционные методы исследования материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Для освоения дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов модулей «Общая физика», «Математика», «Теоретическая физика». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур», «Введение в микроэлектронику», «Введение в физику полупроводников».

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) - Дифракционные методы исследования материалов

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними; УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта; УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	Знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики; Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики; Владеть физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.
ПК -4	ПК-4 способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	ПК-4.1. Владеть практическими навыками планирования физических исследований, в том числе – в составе небольших научных коллективов ПК-4.2. Уметь использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований. ПК-4.3. Уметь осуществлять выбор наиболее оптимальных форм организации и планирования физических исследований. ПК-4.4. Знать, понимать и	Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований. Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований. Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований

		корректно излагать (формулировать) профессиональные задачи в своей области научно- исследовательской деятельности в соответствии с профессиональными профилями	
--	--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

	Всего	Порядковый номер семестра
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	4	7
Аудиторные занятия всего (в акад.часах), в том числе:	106	
Лекции	54	
Практические занятия, семинары	52	
Лабораторные работы		
Контроль		
Самостоятельная работа всего (в акад.часах)	38	
Вид итоговой аттестации:	Зачет с оценкой	
Общая трудоемкость дисциплины (часах)	144	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
			Контактная работа					Самостоятельная работа			Форма промежуточной аттестации (по семестрам)							
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол.н. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)
1.	Тема 1. Введение.	7	2	2														
2.	Тема 2. Физика рентгеновских лучей.	7	19	10	9		8				+			+				
3	Тема 3. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа.	7	21	11	10		9					+		+				

4	Тема 4. Методы рентгеноструктурного анализа.	7	19	10	9		8					+		+			
5	Тема 5. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.	7	21	11	10		9						+				
6	Тема 6. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.	7	20	10	10		8						+				
	Общая трудоемкость, в часах		102	54	48		42				Промежуточная аттестация						
											Форма						
											Зачет						
											Зачет с оценкой						+
											Экзамен						

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Предмет курса. Роль дифракционных методов анализа материалов в современном металловедении. Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомнокристаллического строения. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела. Требования техники безопасности при рентгеновских исследованиях. Контроль качества деталей.

Тема2. Физика рентгеновских лучей. Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Методы регистрации проникающих излучений. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.

Тема 3. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга. Сфера отражения. Условия отражения рентгеновских лучей. Характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа с использованием представления об обратной решётке: - метод Лауэ, - метод вращающегося кристалла; - метод поликристаллов.

Тема 4. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования. Выбор излучения и режима съемки. Расчет рентгенограмм. Интенсивность линий. Индексирование рентгенограмм от вещества с кубической сингонией. Рентгеновская дифрактометрия. Измерение интенсивности. Метод неподвижного монокристалла. Определение симметрии и ориентировки кристалла.

Тема 5. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов. Прецизионное определение периода кристаллической решетки. Рентгенографическое исследование твердых растворов и определение границы растворимости. Анализ напряжений. Определение величины микродеформаций кристаллической решетки по уширению интерференционных линий. Определение размера частиц (областей когерентного рассеяния - ОКР). Качественный и количественный анализ фазового состава сплавов. Анализ карбидных и интерметаллидных фаз в сплавах. Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита. Распад мартенсита при отпуске стали. Исследование преимущественных ориентировок (текстур)

Тема 6. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. Растровая электронная микроскопия. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и

ограничения метода. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) в металловедении. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения. Метод фольг. Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений. Темнопольные и светлопольные изображения. Расчет электронограмм поликристаллического вещества. Анализ точечной электронограммы. Электроннооптический анализ дислокационной структуры. Определение плотности дислокаций. Изучение границ зерен методом ПЭМ. Прямое разрешение кристаллической решетки.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- лекции;
- внеаудиторная самостоятельная подготовка;
- консультации преподавателя по сети Интернет в режиме on- или off-line;
- входной контроль готовности студента к лабораторным работам;
- подготовка каждым студентом в течение семестра одного доклада с презентацией;
- выступление каждого студента с докладом в форме презентации с использованием деловых игр, дискуссий;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольных работ

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний. Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки

определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не научитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Главные задачи лабораторных работ таковы: 1) экспериментальная проверка гипотез; 2) освоение методики измерений и приобретение навыков проведения эксперимента; 3) изучение принципов работы приборов; 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента. Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается написанием вывода.

Вопросы для самоконтроля:

1. Введение. Предмет курса. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.

1. На чём основаны методы структурного анализа?

2. Физика рентгеновских лучей. Как возникает рентгеновское излучение?

1. Что такое жёсткое и мягкое рентгеновское излучение?

2. Как изменяется проникающая способность рентгеновского излучения с уменьшением длины волны?

3. Какому соотношению подчиняется рассеяние кристаллом рентгеновского излучения?

4. Какие величины можно определить из формулы Вульфа-Брэггов, измеряя экспериментально углы дифракционных максимумов?

5. Что такое сплошной и линейчатый спектры?

6. Какие рентгеновские лучи называются монохроматическими?

3. Методы рентгеноструктурного анализа.

1. Какие три основных метода используются в рентгеноструктурном анализе?

2. В чём состоит метод Лауэ?

3. В чём состоит метод Дебая?

4. Как производится выбор излучения?

5. Как осуществляется регистрация дифракционной картины в рентгеновском дифрактометре?

4. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.

1. Какие методы рентгенографии используются для определения типа твёрдого раствора?

2. Как проводится количественный фазовый рентгеноструктурный анализ?
3. Как проводится рентгеноструктурный анализ закаленной стали?
4. В чём заключается метод построения границы растворимости с помощью рентгеноструктурного анализа?
5. Какие несовершенства кристаллической структуры могут быть изучены методами рентгенографии?
6. С помощью каких методов определяется ориентировка кристалла?
- 5. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.**
 1. Какие линзы используются в электронном микроскопе?
 2. На чём основана работа электронного микроскопа?
 3. В чём преимущества ПЭМ перед рентгеноструктурным анализом?
 4. Какова длина волны электронов, используемая в ПЭМ?
 5. Как перейти от режима изображения в режим дифракции в ПЭМ?
 6. Как формируется контраст на изображении дислокации в ПЭМ?
 7. Что такое экстинкционные контуры?
 8. Как выглядят границы зёрен в ПЭМ?

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	20	Зачет с оценкой
2	Подготовка к практическим занятиям	18	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

а) основная литература

1. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электроннооптический анализ :учеб. пособие для вузов. / - М.: МИСИС, 2002
2. Т.Ю.Скакова, Е.В.Лукьяненко, С.В.Якутина Строение материалов ч.1Атомнокристаллическое строение материалов. Учебное пособие.-М. «Научная книга», 2019, 89с
3. Т.Ю.Скакова, И.А.Курбатова, А.Ю.Омаров Методы структурного анализа материалов.- Просвечивающая электронная микроскопия. Учебное пособие.- М. «Научная книга», 2019, 56с. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Горелик С.С.,
4. Арисова В.Н., Методы исследования материалов и процессов. Часть 2.: учеб.пособие/. – Волгоград, 2008. – 96 с

б) дополнительная литература 1

1. Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г. Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 1: Просвечивающая электронная микроскопия :учеб.-метод. пособие 32-8. / сост. - М.: МГИУ, 2012
2. Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г. Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 2: Просвечивающая электронная микроскопия :метод. указания к выполнению практ. заданий 32-10. / сост. - М.: МГИУ, 2013
3. Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. Москва, «Металлургия». 1973. 583с.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для лекционных занятий. Аудитория № 303 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул.Магистральная, д. 39«а». Ауд. №303 Площадь 71. м ²	специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (компьютерная техника, доска, мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор); доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
Для практических занятий. Аудитория № 05: 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул.Магистральная, д. 39«а». Площадь 34.1м ²	специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (ноутбук, доска); обеспечен доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
Для самостоятельной работы обучающихся. Аудитория № 116: 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул.Магистральная, д. 39«а». Площадь 36, м ²	рабочие места для обучающихся, технические средства обучения (ноутбук, доска), доступ к сети Интернет, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов»

Фонд оценочных средств по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися профессиональных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02_ Физика (квалификация «Бакалавр») и рабочей программой дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов».

Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы (ОПОП). ФОС является составной частью рабочей программы дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов» включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
 - надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
 - объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.
- Основными параметрами и свойствами ФОС являются:
- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
 - содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
 - объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
 - качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

1.2 ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ темы	Темы (раздел теоретического обучения) дисциплины
1	Тема 1. Введение. Предмет курса. Роль дифракционных методов анализа материалов в современном материаловедении. Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомнокристаллического строения. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела. Требования техники безопасности при рентгеновских исследованиях. Контроль качества деталей.
2	Тема2. Физика рентгеновских лучей. Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей.

	Вторичное характеристическое излучение. Методы регистрации проникающих излучений. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.
3	Тема 3. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга. Сфера отражения. Условия отражения рентгеновских лучей. Характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа с использованием представления об обратной решетке: - метод Лауэ, - метод вращающегося кристалла; - метод поликристаллов.
4	Тема 4. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования. Выбор излучения и режима съемки. Расчет рентгенограмм. Интенсивность линий. Индексирование рентгенограмм от вещества с кубической сингонией. Рентгеновская дифрактометрия. Измерение интенсивности. Метод неподвижного монокристалла. Определение симметрии и ориентировки кристалла.
5	Тема 5. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов. Прецизионное определение периода кристаллической решетки. Рентгенографическое исследование твердых растворов и определение границы растворимости. Анализ напряжений. Определение величины микродеформаций кристаллической решетки по уширению интерференционных линий. Определение размера частиц (областей когерентного рассеяния - ОКР). Качественный и количественный анализ фазового состава сплавов. Анализ карбидных и интерметаллидных фаз в сплавах. Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита. Распад мартенсита при отпуске стали. Исследование преимущественных ориентировок (текстур)
6	Тема 6. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. Растровая электронная микроскопия. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) в металловедении. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения. Метод фольг. Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений. Темнопольные и светлопольные изображения. Расчет электронограмм поликристаллического вещества. Анализ точечной электронограммы. Электроннооптический анализ дислокационной структуры. Определение плотности дислокаций. Изучение границ зерен методом ПЭМ. Прямое разрешение кристаллической решетки.

II. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

№ темы	код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	УК-2 ПК-4	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачет с оценкой
2	УК-2	-Тестовые задания;	Зачет с оценкой

	ПК-4	-вопросы для обсуждения; -задачи.	
3	УК-2 ПК-4	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачет с оценкой
4	УК-2 ПК-4	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачет с оценкой
5	УК-2 ПК-4	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачет с оценкой
6	УК-2 ПК-4	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачет с оценкой

2.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ ПО ВИДАМ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
1	Собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов	Темы рефератов

		теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
6	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий
8	Задача	Это средство раскрытия связи между данными и искомым, заданные условием задачи, на основе чего надо выбрать, а затем выполнить действия, в том числе арифметические, и дать ответ на вопрос задачи	Задания по задачам

А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов	Оценка/зачет
1	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.	10	отлично
2	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки	5-6	удовлетворительно
4	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом	0	неудовлетворительно

Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

№ п/п	тестовые нормы: % правильных ответов	Количество баллов
1	90-100 %	9-10
2	80-89%	7-8
3	70-79%	5-6
4	50-59%	3-4
5	50-59%	1-2
6	менее 50%	0

В) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения	9-10
2	Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.	7-8
3	Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не исказившие экономическое содержание ответа.	5-6
4	В логическом рассуждении и решении нет ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При объяснении сложного экономического явления указаны не все существенные факторы	3-4
5	Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа. Доказаны вспомогательные утверждения, помогающие в решении задачи.	2
6	Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно	1
7	Решение неверное или отсутствует	0

Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	9-10
2	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении	7-8

	материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	
3	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы	4-6
4	Тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3
5	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы	0

Д) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Абсолютное понимание сути вопросов, безукоризненное знание основных понятий и положений, логически и лексически грамотно изложенные, содержательные, аргументированные и исчерпывающие ответы	19-20
2	Глубокое твердое знание основных понятий и положений по вопросам, структурированные, последовательные, полные, правильные ответы	17-18
3	Глубокие знания материала, правильное понимание сути вопросов, знание основных понятий и положений по вопросам, содержательные, полные и конкретные ответ на вопросы. Наличие несущественных или технических ошибок	15-16
4	Твердые, достаточно полные знания, хорошее понимание сути вопросов, правильные ответы на вопросы, минимальное количество неточностей, небрежное оформление	13-14
5	Твердые, но недостаточно полные знания, по сути верное понимание вопросов, в целом правильные ответы на вопросы, наличие неточностей, небрежное оформление	11-12
6	Общие знания, недостаточное понимание сути вопросов, наличие большого числа неточностей, небрежное оформление	9-10
7	Относительные знания, наличие ошибок, небрежное оформление	5-8
8	Поверхностные знания, наличие грубых ошибок, отсутствие логики изложения материала	1-4
9	Отсутствие ответа, дан ответ на другие вопросы, списывание в ходе выполнения работы, наличие на рабочем месте технических средств, в том числе телефона	0

III ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСОВЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вопросы к экзамену

Экзаменационные билеты

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов»
2. В билет включено два задания: Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний: Темы 1-4 Задание 2. Вопрос для проверки теоретических знаний: Темы 5-6
3. Комплект экзаменационных билетов включает 20 билетов.

4. Регламент экзамена:

- Время на подготовку тезисов ответов - до 40 мин
- Способ контроля: устные ответы, 10 минут на ответ на каждый вопрос

5. Шкала оценивания:

"Отлично"- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

"Хорошо"- если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

"Удовлетворительно" - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных положений, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

"Неудовлетворительно" - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания. Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

Список вопросов к зачету

1. Рентгеновская дифрактометрия
2. Ограничения метода растровой электронной микроскопии
3. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.
4. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения.
5. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов
6. Металлографический метод: возможности и ограничения
7. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении.
8. Общая характеристика методов структурного анализа. Охарактеризовать структуру, представленную на электронной микрофотографии. Охарактеризовать дислокационную структуру, представленную на электронной микрофотографии.
9. Условие Вульфа - Брегга в дифракционных методах структурного анализа.
10. Метод тёмного поля в электронной микроскопии
11. Рентгеновская трубка.
12. Электронно-микроскопический контраст на дислокациях 1
3. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ
14. Рентгеновская дефектоскопия в контроле качества металла.
15. Индексирование электронограмм
16. Дифракционная картина от моно- и поликристаллов
17. Физические основы метода ПЭМ.
18. Оптическая схема ПЭМ.
19. Увеличение и разрешение ПЭМ.
20. Режимы дифракции и изображения в ПЭМ.
21. Анализ микроэлектронограмм.
22. Формирование контраста в ПЭМ. изображения.
23. Светлопольные и темнопольные изображения в ПЭМ
24. Изображения дефектов кристаллической решетки (дислокации, границы зерен и т.д.).
25. Прямое разрешение кристаллической решетки.
26. Интерпретация электронно-микроскопического контраста.
27. Задачи, решаемые ПЭМ

28. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении
29. История открытия рентгеновских лучей
30. Рентгеноструктурный анализ закаленной стали
31. Рентгеновские трубки
32. Современные электронные микроскопы
33. Контраст на дислокациях в ПЭМ
34. Контраст на границах зерен в ПЭМ
35. Кикучи-линии
36. Понятие обратной решетки кристалла
37. Рентгеновские аппараты
38. Рентгенофазовый анализ
39. Рентгеновский дифрактометр
40. Метод фольг в ПЭМ
41. Определение ориентировки кристалла по микродифракции в ПЭМ

Шкала оценивания, показатели и критерии оценивания образовательных результатов обучающегося

Шкала оценивания	Показатели и критерии оценивания
5, «отлично»	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4, «хорошо»	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
3, «удовлетворительно»	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
2, «неудовлетворительно»	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

Кейс-задача
по дисциплине Дифракционные методы исследования материалов

Навыки интерпретации микроструктуры необходимы исследователю, изучающему структуру и свойства материалов и их взаимосвязь. Представленные кейс-задачи моделируют профессионально-ориентированную ситуацию.

Кейс-задача 1

Задания для защиты лабораторных работ по теме «Применение просвечивающей электронной микроскопии для решения задач материаловедения»: «Выявление особенностей тонкой структуры материалов с использованием изображений ПЭМ».

1. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения структуры образцов металлов, содержащих дислокации;
2. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения структуры образцов металлов, содержащих большеугловые границы зерен;
3. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения мартенситной структуры в образцах различных сталей;

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он провел анализ микрофотографий, сделал вывод о характере дефектов кристаллической решетки, показал умение интерпретировать изображения ПЭМ, пользуясь полученными теоретическими знаниям;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он смог провести анализ микрофотографий, не сделал вывод о характере дефектов кристаллической решетки, не показал умение интерпретировать изображения ПЭМ.

Задания для контрольных работ по дисциплине Дифракционные методы исследования материалов

Контрольная работа 1 Физика рентгеновских лучей.

Вариант 1

1. Как возникает рентгеновское излучение?
2. Что такое жёсткое и мягкое рентгеновское излучение?

Вариант 2

1. Как изменяется проникающая способность рентгеновского излучения с уменьшением длины волны?
2. Какому соотношению подчиняется рассеяние кристаллом рентгеновского излучения?

Вариант 3.

1. Какие величины можно определить из формулы Вульфа-Брэггов, измеряя экспериментально углы дифракционных максимумов?
2. Что такое сплошной и линейчатый спектры?

Контрольная работа 2. Методы рентгеноструктурного анализа.

Вариант 1

1. Какие три основных метода используются в рентгеноструктурном анализе?
2. В чём состоит метод Лауэ?

Вариант 2

1. В чём состоит метод Дебая?
2. Как производится выбор излучения?

Вариант 3

1. Как осуществляется регистрация дифракционной картины в рентгеновском дифрактометре?
2. Какое излучение называется монохроматическим?

Контрольная работа 3 Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.

Вариант 1

1. Какие методы рентгенографии используются для определения типа твёрдого раствора?
2. Как проводится количественный фазовый рентгеноструктурный анализ?

Вариант 2.

1. Как проводится рентгеноструктурный анализ закаленной стали?
2. В чём заключается метод построения границы растворимости с помощью рентгеноструктурного анализа?

Вариант 3.

1. Какие несовершенства кристаллической структуры могут быть изучены методами рентгенографии?
2. С помощью каких методов определяется ориентировка кристалла?

Контрольная работа 4. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.

Вариант 1

1. Какие линзы используются в электронном микроскопе?
2. На чём основана работа электронного микроскопа?

Вариант 2

1. В чём преимущества ПЭМ перед рентгеноструктурным анализом?
2. Какова длина волны электронов, используемая в ПЭМ?

Вариант 3

1. Как перейти от режима изображения в режим дифракции в ПЭМ?
2. Как формируется контраст на изображении дислокации в ПЭМ?

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов) по дисциплине Дифракционные методы анализа материалов

Дискуссия как оценочное средство позволяет включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

1. Тема занятия: Микроструктурный анализ металлов и сплавов.

Тема дискуссии: «Возможности и ограничения метода металлографии»

2. Тема занятия: Сравнительная оценка методов структурного анализа материалов.

Тема дискуссии: «Оснащение научно- исследовательской лаборатории оборудованием с учетом возможностей обсуждаемых методик, задач, стоящих перед лабораторией и примерной стоимости соответствующего оборудования»

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он принимал активное участие в дискуссии, обосновывал свою точку зрения, например, сумел раскрыть суть проблемы, показал знания обсуждаемых методов и методик;

- оценка "не зачтено" выставляется студенту, если он не принимал активного участие в дискуссии, не мог обосновать свою точку зрения, не смог раскрыть суть проблемы и обсуждаемых методов и методик.

Темы докладов по дисциплине Дифракционные методы исследования материалов

Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.

1. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном металловедении
2. История открытия рентгеновских лучей.
3. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество
4. Рентгентехника
5. Рентгеновские трубки.
6. Количественный рентгеноструктурный анализ
7. Материаловедческие задачи, решаемые методом рентгеноструктурного анализа
8. Количественный рентгеноструктурный анализ.
9. Рентгеноструктурный анализ закаленной стали
10. Современные электронные микроскопы.
11. Растровая электронная микроскопия.
12. Материаловедческие задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии
13. Оже-микроскопия
14. Рентгеноспектральный анализ
15. Дифракционный контраст на дефектах кристаллической структуры.
16. Особенности электронно-микроскопических изображений границ зерен.
17. Анализ электронно-микроскопических изображений мартенситных кристаллов.
18. Фазовый контраст в электронной микроскопии.
19. Абсорбционный контраст в электронной микроскопии.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он сумел раскрыть суть проблемы, показал знания методов и методик структурного анализа;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог раскрыть суть проблемы, не показал знания методов и методик структурного анализа.

Рабочая программа дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 891.

Программу составила: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» М. А. Нальгиева

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 11 от «27» апреля 2026 года.

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета

Протокол № 6 от «28» апреля 2026 года.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой
2026-2027уг	Протокол №11 от 27.04.26г.	Прописаны индикаторы достижения компетенций (знать, уметь, владеть). Фонд оценочных средств указан как приложение	