

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дифракционные методы исследования

Образовательная программа: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, магистерская программа: Высокоэнергетические технологии

Курс: 2, семестр : 3

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	3
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	79
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	41
10	Самостоятельная работа, час.	101
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

ФГОС введен в действие приказом №907 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 29.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ММ, протокол заседания кафедры №6/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Веселов С. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Батаев В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Батаев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала; в части следующих результатов обучения:
з1. знать новые теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них
Компетенция ФГОС: ОК.4 способность пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, четко и ясно излагать проблемы и решения, аргументировать выводы; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке
Компетенция ФГОС: ОК.5 способность подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности; в части следующих результатов обучения:
з1. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований
у1. уметь представлять результаты выполненных исследований в форме научных отчетов, обзоров, публикаций
у2. уметь собирать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования
Компетенция ФГОС: ОПК.8 готовность проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний; в части следующих результатов обучения:
з1. знать основные теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них
у1. уметь выбирать методику и средства для решения конкретной задачи в профессиональной сфере деятельности
Компетенция ФГОС: ПК.1 готовность к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации; использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания; в части следующих результатов обучения:
з1. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.)
у2. уметь характеризовать структуру и свойства материалов, полуфабрикатов и деталей, оценивать и прогнозировать их долговечность
Компетенция ФГОС: ПК.4 способность использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением; в части следующих результатов обучения:
з1. знать типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации
Компетенция НГТУ: ОПК.10.В способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь проводить структурный анализ материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов
у2. владеть навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных
Компетенция НГТУ: ОПК.14.В способен использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа; в части следующих результатов обучения:

у2. уметь моделировать и проводить экспериментальные исследования новых эффективных материалов и технологических процессов, а также обрабатывать экспериментальные данные и оценивать погрешность аналитических расчетов.

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Дифракционные методы исследования</i>	
ПК.1.у2 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
1. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.3.з1 знать новые теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них	
2. Студент должен понимать методологические приемы рентгеноструктурного анализа различных материалов, а также знать технические возможности оборудования.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з1 знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.)	
3. Студент должен знать современную аналитическую базу, используемую на предприятиях при проведении структурного анализа материалов изделий.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у2 уметь характеризовать структуру и свойства материалов, полуфабрикатов и деталей, оценивать и прогнозировать их долговечность	
4. Студент должен уметь интерпретировать дифракционные данные при анализе кристаллического строения материала.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.4.у1 уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке	
5. уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.з1 знать типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации	
6. знать типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.5.з1 знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	
7. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.5.у1 уметь представлять результаты выполненных исследований в форме научных отчетов, обзоров, публикаций	
8. уметь представлять результаты выполненных исследований в форме научных отчетов, обзоров, публикаций	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.5.у2 уметь собирать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования	
9. уметь собирать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.8.з1 знать основные теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них	
10. знать основные теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них	Самостоятельная работа

ОПК.8.y1 уметь выбирать методику и средства для решения конкретной задачи в профессиональной сфере деятельности	
11. Студент должен уметь выбирать набор методов для проведения структурных исследований материалов.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.10.V.y1 уметь проводить структурный анализ материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов	
12. Студент должен иметь практические навыки обработки дифракционных данных полученных различными методами структурного анализа	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.10.V.y2 владеть навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных	
13. Студент должен иметь опыт применения основных методов рентгеноструктурного анализа.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.14.V.y2 уметь моделировать и проводить экспериментальные исследования новых эффективных материалов и технологических процессов, а также обрабатывать экспериментальные данные и оценивать погрешность аналитических расчетов.	
14. уметь моделировать и проводить экспериментальные исследования новых эффективных материалов и технологических процессов, а также обрабатывать экспериментальные данные и оценивать погрешность аналитических расчетов.	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Практические методы рентгеноструктурного анализа				
1. 1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда	6	18	1, 11, 12, 13, 14, 3, 4, 5, 7, 8, 9	На занятиях обсуждаются практические приемы расшифровки дифракционных данных. Рассматриваются особенности рентгенограмм, вызванные наиболее как физическими аспектами метода, так и распространенными ошибками подготовки образцов и съемки дифракционных данных.

1. 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.	6	18	1, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9	В процессе выполнения лабораторных работ студенты знакомятся оборудованием. Приобретают базовые навыки эксплуатации аналитического оборудования и дополнительных приспособлений. Самостоятельно производят анализ рентгенограмм, полученных при выполнении лабораторных работ, интерпретируют результаты и готовят отчет.
---	---	----	--	---

Таблица 3.2

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Теоретические основы дифракционных методов				
1. Колебательный процесс, гармонические колебания. Понятие волны, ее параметры, уравнение. Понятие электромагнитной волны. Рентгеновское излучение. Теоретические подходы к описанию строения твердого тела. Кристаллическая и атомная решетка кристалла. Элементарная ячейка. Обозначение индексов узла, рядов и сеток. Физические способы генерирования рентгеновского излучения. Практические методы создания рентгеновского излучения. Строение, принцип работы и примеры рентгеновских трубок для дифрактометров. Непрерывный и характеристический спектр рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Коэффициент массового поглощения. Фотоэлектрический эффект. Оже эффект. Флуоресценция. Физические методы регистрации рентгеновского излучения, преимущества и ограничения.	0	25	10, 2, 3, 6	Повторить теоретический материал
Дидактическая единица: Практические методы рентгеноструктурного анализа				

2. Дифракционный эксперимент: оборудование, пробоподготовка, условия съемки. Детекторы рентгеновского излучения. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программой DDViewer компании ICDD. Напряжения 1 и 2 рода. Прецизионное определение параметров эл. ячейки. Метод Ритвельда. Анализ тонких пленок. Анализ полимерных материалов. Текстуальный анализ материалов. Термический РФА.	0	20	10, 2, 3, 6	Повторить теоретический материал
---	---	----	-------------	----------------------------------

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 7, 8, 9	35	10
: Рентгеноструктурный анализ веществ [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22926.html .— ЭБС «IPRbooks»				
2	Дополнительная учебная деятельность	1, 10, 12, 2, 3, 4, 6, 8	10	10
Анализ рентгенограмм. Оформление отчетов по практическим работам.: Рентгеноструктурный анализ веществ [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22926.html .— ЭБС «IPRbooks» Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Подготовка к аттестации	10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 9	11	13
Анализ лекционного материала: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	10, 2, 3, 6	53	8
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.2 : Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОК.3; ОК.4; ОК.5; ОПК.14.В ПК.1; ПК.3; ПК.4;
Формируемые умения: з1. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.); з1. знать новые теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них; з1. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований; з1. знать типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации; у1. уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке; у2. уметь характеризовать структуру и свойства материалов, полуфабрикатов и деталей, оценивать и прогнозировать их долговечность; у2. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач; у2. уметь моделировать и проводить экспериментальные исследования новых эффективных материалов и технологических процессов, а также обрабатывать экспериментальные данные и оценивать погрешность аналитических расчетов. Краткое описание применения:		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
<i>Практические занятия:</i>	20	40
<i>РГЗ:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОК.3	з1. знать новые теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них		+
ОК.4	у1. уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке	+	
ОК.5	з1. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	+	
	у1. уметь представлять результаты выполненных исследований в форме научных отчетов, обзоров, публикаций	+	
	у2. уметь собирать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования	+	
ОПК.8	з1. знать основные теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них		+
	у1. уметь выбирать методику и средства для решения конкретной задачи в профессиональной сфере деятельности	+	
ПК.1	у2. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+	
ПК.3	з1. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.)		+
	у2. уметь характеризовать структуру и свойства материалов, полуфабрикатов и деталей, оценивать и прогнозировать их долговечность	+	
ПК.4	з1. знать типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации		+
	ОПК.10.В у1. уметь проводить структурный анализ материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов	+	
	ОПК.10.В у2. владеть навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных	+	
	ОПК.14.В у2. уметь моделировать и проводить экспериментальные исследования новых эффективных материалов и технологических процессов, а также обрабатывать экспериментальные данные и оценивать погрешность аналитических расчетов.	+	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Физическое материаловедение. В 7 т. Т. 1 : учебник для вузов по направлению "Ядерные физика и технологии" / под ред. Б. А. Калина ; Нац. исслед. ядерный ун-т "МИФИ". - Москва, 2012. - 762 с., [2] л. цв. фот. : ил.
2. Физическое материаловедение. В 7 т. Т. 3 : учебник для вузов по направлению "Ядерные физика и технологии" / под ред. Б. А. Калина ; Нац. исслед. ядерный ун-т "МИФИ". - Москва, 2012. - 798 с., [1] л. цв. фот. : ил., табл.
3. Батаев И. А. Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 57, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222000
4. Анищик В.М. Дифракционный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.М. Анищик, В.В. Понарядов, В.В. Углов— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2011.— 215 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20072.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие по направлению "Прикладные математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова с доп. О. В. Егоровой. - М., 2006. - 377 с. : ил.
2. Бобров С. Т. Оптика дифракционных элементов и систем / С. Т. Бобров, Г. И. Грейсх, Ю. Г. Туркевич. - Л., 1986. - 223 с. : ил.
3. Боровиков В. А. Геометрическая теория дифракции / В. А. Боровиков, Б. Е. Кинбер. - М., 1978. - 247 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. Библиотека ГОСТов и нормативных документов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://libgost.ru>. - Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. Кодекс [Электронный ресурс]: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - АО «Кодекс», 2017. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>. - Загл. с экрана.
4. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
5. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
6. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
7. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042
2. Рентгеноструктурный анализ веществ [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22926.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Проектор BENQ PB 6240	Проведение практических занятий
2	Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA	Проведение практических занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дифракционные методы исследования

Образовательная программа: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов,
магистерская программа: Высокоэнергетические технологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Дифракционные методы исследования приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	з1. знать новые теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них	Дифракционный эксперимент: оборудование, пробоподготовка, условия съемки. Детекторы рентгеновского излучения. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программой DDViewer компании ICDD. Напряжения 1 и 2 рода. Прецезионное определение параметров эл. ячейки. Метод Ритвельда. Анализ тонких пленок. Анализ полимерных материалов. Текстуальный анализ материалов. Термический РФА. Колебательный процесс, гармонические колебания. Понятие волны, ее параметры, уравнение. Понятие электромагнитной волны. Рентгеновское излучение. Теоретические подходы к описанию строения твердого тела. Кристаллическая и атомная решетка кристалла. Элементарная ячейка. Обозначение индексов узла, рядов и сеток. Физические способы генерирования рентгеновского излучения. Практические методы создания рентгеновского излучения. Строение, принцип работы и примеры рентгеновских трубок для дифрактометров. Непрерывный и характеристический спектр рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Коэффициент массового поглощения. Фотоэлектрический эффект. Оже эффект. Флуоресценция. Физические методы регистрации рентгеновского излучения, преимущества и ограничения.	РГЗ, разделы 2, 3, 4, 6	Экзамен, вопросы 1 - 21

ОК.4 способность пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, четко и ясно излагать проблемы и решения, аргументировать выводы	у1. уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.	РГЗ, разделы 4, 5, 6	Экзамен, вопросы 8 - 14
ОК.5 способность подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности	з1. знать структуру и правила оформления отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.	РГЗ, разделы 1 - 7	Экзамен, вопросы 8 - 14
ОК.5	у1. уметь представлять результаты выполненных исследований в форме научных отчетов, обзоров, публикаций	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение	РГЗ, разделы 1 - 7	Экзамен, вопросы 1 - 14

		основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.		
ОК.5	у2. уметь собирать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.	РГЗ, разделы 4, 5.	Экзамен, вопросы 1 - 14
ОПК.10.В способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности	у1. уметь проводить структурный анализ материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда	РГЗ, разделы 4 - 6	Экзамен, вопросы 1 - 14
ОПК.10.В	у2. владеть навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр	РГЗ, разделы 4, 5	Экзамен, вопросы 1 - 14

		решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.		
ОПК.14.В способен использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа	у2. уметь моделировать и проводить экспериментальные исследования новых эффективных материалов и технологических процессов, а также обрабатывать экспериментальные данные и оценивать погрешность аналитических расчетов.	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.	РГЗ, разделы 2 – 6	Экзамен, вопросы 1 - 14
ОПК.8 готовность проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний	з1. знать основные теоретические подходы в описании состояния и свойств материалов, явлений и процессов в них	Дифракционный эксперимент: оборудование, пробоподготовка, условия съемки. Детекторы рентгеновского излучения. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программой DDViewer компании ICDD. Напряжения 1 и 2 рода. Прецезионное определение параметров эл. ячейки. Метод Ритвельда. Анализ тонких пленок. Анализ полимерных материалов. Текстуальный анализ материалов. Термический РФА. Колебательный процесс, гармонические колебания. Понятие волны, ее параметры, уравнение. Понятие электромагнитной волны. Рентгеновское излучение. Теоретические подходы к описанию строения твердого тела. Кристаллическая и атомная решетка кристалла. Элементарная ячейка. Обозначение индексов узла, рядов и сеток. Физические способы генерирования рентгеновского излучения. Практические методы	РГЗ, 2, 3, 4.	Экзамен, вопросы 1 - 14

		создания рентгеновского излучения. Строение, принцип работы и примеры рентгеновских трубок для дифрактометров. Непрерывный и характеристический спектр рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Коэффициент массового поглощения. Фотоэлектрический эффект. Оже эффект. Флуоресценция. Физические методы регистрации рентгеновского излучения, преимущества и ограничения.		
ОПК.8	у1. уметь выбирать методику и средства для решения конкретной задачи в профессиональной сфере деятельности	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4. Анализ полимерных материалов.	РГЗ, разделы 2 - 4	Экзамен, вопросы 1-14
ПК.1/НИ готовность к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов	у2. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда 1. Схема рентгеновского дифрактометра и назначение основных узлов. Спектр решаемых задач. 2. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре. 3. Термический рентгенофазовый анализ. 4.	РГЗ, раздел 5	Экзамен, вопросы 1-14

		Анализ полимерных материалов.		
ПК.3/НИ способность понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации; использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	з1. знать методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.)	Дифракционный эксперимент: оборудование, пробоподготовка, условия съемки. Детекторы рентгеновского излучения. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программой DDViewer компании ICDD. Напряжения 1 и 2 рода. Прецезионное определение параметров эл. ячейки. Метод Ритвельда. Анализ тонких пленок. Анализ полимерных материалов. Текстуальный анализ материалов. Термический РФА. Колебательный процесс, гармонические колебания. Понятие волны, ее параметры, уравнение. Понятие электромагнитной волны. Рентгеновское излучение. Теоретические подходы к описанию строения твердого тела. Кристаллическая и атомная решетка кристалла. Элементарная ячейка. Обозначение индексов узла, рядов и сеток. Физические способы генерирования рентгеновского излучения. Практические методы создания рентгеновского излучения. Строение, принцип работы и примеры рентгеновских трубок для дифрактометров. Непрерывный и характеристический спектр рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Коэффициент массового поглощения. Фотоэлектрический эффект. Оже эффект. Флуоресценция. Физические методы регистрации рентгеновского излучения, преимущества и ограничения.	Р РГЗ, раздел 2.	Экзамен, вопросы 1-21
ПК.3/НИ	у2. уметь характеризовать структуру и свойства материалов, полуфабрикатов и деталей, оценивать и прогнозировать их долговечность	1. Способы анализа рентгенограммы (поиск пиков, профильный анализ), физические представления об отражении зерен твердотельного материала. 2. Профильный анализ. 3. Расшифровка фазового состава материала. 4. Напряжения 1 рода. 5. Напряжения 2 рода. 6. Прецезионное определение	РГЗ, разделы 3, 5, 6.	Экзамен, вопросы 8 - 14

		параметров эл. ячейки 7. Метод Ритвельда		
ПК.4/НИ способность использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	з1. знать типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации	Дифракционный эксперимент: оборудование, пробоподготовка, условия съемки. Детекторы рентгеновского излучения. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программой DDViewer компания ICDD. Напряжения 1 и 2 рода. Прецезионное определение параметров эл. ячейки. Метод Ритвельда. Анализ тонких пленок. Анализ полимерных материалов. Текстурный анализ материалов. Термический РФА. Колебательный процесс, гармонические колебания. Понятие волны, ее параметры, уравнение. Понятие электромагнитной волны. Рентгеновское излучение. Теоретические подходы к описанию строения твёрдого тела. Кристаллическая и атомная решетка кристалла. Элементарная ячейка. Обозначение индексов узла, рядов и сеток. Физические способы генерирования рентгеновского излучения. Практические методы создания рентгеновского излучения. Строение, принцип работы и примеры рентгеновских трубок для дифрактометров. Непрерывный и характеристический спектр рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Коэффициент массового поглощения. Фотоэлектрический эффект. Оже эффект. Флуоресценция. Физические методы регистрации рентгеновского излучения, преимущества и ограничения.	РГЗ, раздел 3	Экзамен, вопросы 1 - 21

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.3, ОК.4, ОК.5, ОПК.10.В, ОПК.14.В, ОПК.8, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.4/НИ.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам, позволяющим оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего

контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.3, ОК.4, ОК.5, ОПК.10.В, ОПК.14.В, ОПК.8, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.4/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Дифракционные методы исследования», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 3 вопросов. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 – 7 (Оборудование и излучение), второй вопрос из диапазона вопросов 8 – 14 (методики анализа), третий вопрос из диапазона вопросов 15 – 21 (симметрия, расшифровка групп симметрии) (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дифракционные методы исследования»

Вопрос 1. Способы создания рентгеновского излучения: физические основы и практическая реализация.

Вопрос 2. Понятие структурного фактора при расчете интенсивности рефлекса на рентгенограмме.

Вопрос 3. Симметрия расшифровка: P63/mmc

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата) _____

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент не смог дать частичных ответов на три вопроса, оценка составляет менее 20 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент ответил частично верно на три вопроса, оценка составляет 20 – 26 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент ответил полностью правильно на два вопроса и частично верно на третий, оценка составляет 27 - 33 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент ответил полностью правильно на все три вопроса, оценка составляет 34 - 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дифракционные методы исследования»

1. Способы создания рентгеновского излучения: физические основы и практическая реализация.
2. Понятие фотоэлектрического эффекта. Выход флуоресценции. Оже эффект.
3. Виды взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Какой тип взаимодействия используется в рентгеноструктурном анализе.
4. Понятие рентгеновского излучения и его характеристики при генерации рентгеновской трубкой.
5. Энергодисперсионный полупроводниковый детектор. Физический принцип работы, преимущества и недостатки по сравнению с сцинтилляционным детектором.
6. Понятие кристаллической фазы. Параметры, характеризующие кристаллическую фазу и их влияние на рентгенограмму.
7. Фокусирующие геометрии. Геометрия Брэгга – Брентанно.
8. Понятие структурного фактора при расчете интенсивности рефлекса на рентгенограмме.
9. Метод корундовых чисел для определения количественно фазового состава.
10. Описать метод внутреннего стандарта для определения количественного фазового состава.
11. Метод аппроксимации на 180° для точного определения параметров эл. ячейки.
12. Метод Ритвельда.
13. Метод наклонных съемок $\sin^2\psi$ для определения напряжений I рода.
14. Метод Вильямсона – Холла для определения напряжений II рода.
15. Симметрия расшифровка: P63/mmc.
16. Симметрия расшифровка: P213.
17. Симметрия расшифровка: P4mm.
18. Симметрия расшифровка: Ia-3d.
19. Точечные группы симметрии.
20. Пространственные группы симметрии.
21. Федоровские группы симметрии и иные способы записи симметрии кристаллической фазы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Дифракционные методы исследования», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны провести расчеты рентгенограммы образцов по одной из освоенных методик для решения конкретной материаловедческой задачи, связанной с выполнением выпускной квалификационной работы.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Титульный лист.
2. Параметры рентгеновской установки и режимы съемки.
3. Описание образца.
4. Описание выбранной методики.
5. Основная часть, содержащая расчёты по выбранной методике.
6. Вывод
7. Список литературы

Текст, при необходимости, может иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки должны быть сделаны в любом графическом редакторе и могут быть расположены на отдельной странице. Нумерация рисунков сквозная. Защита РГЗ проходит в форме устной беседы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если студент не освоил теоретический материал, не смог представить результаты своей работы по необходимым требованиям в указанный срок.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент освоил теоретический материал, но не смог представить результаты своей работы по необходимым требованиям и в указанный срок, также сюда относится вариант, когда студент освоил теоретический материал, но допустил несколько ошибок на защите. Оценка 10 - 13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент освоил теоретический материал, оформил работу по требованиям, представил ее в указанный срок, но допустил несколько ошибок на защите. Оценка составляет 14 - 17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент освоил теоретический материал, оформил работу по требованиям, представил ее в указанный срок. Оценка 18 - 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

При выполнении РГЗ(Р) студенты должны использовать как минимум одну из методик:

1. Расчет объемной доли фаз с помощью теоретического уравнения интенсивности
2. Метод корундовых чисел для определения количественно фазового состава.

3. Метод внутреннего стандарта для определения количественного фазового состава.
4. Метод аппроксимации на 180° для точного определения параметров эл. ячейки.
5. Полнопрофильный анализ рентгенограмм методом Ритвельда.
6. Метод наклонных съемок $\sin^2\psi$ для определения напряжений I рода.
7. Метод Вильямсона – Холла для определения напряжений II рода.