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

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н. Тюрин А. Г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Тюрин А. Г.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физические основы дифракции рентгеновского излучения

Образовательная программа: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, магистерская программа: Исследование материалов с применением синхротронных, нейтронных и электронных методов

Курс: 1, семестр : 2

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**2**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	56
4	Лекции, час.	34
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	2
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	88
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

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 №306 от 24.04.2018 г. , дата утверждения: 15.05.2018 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, 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, 31.08.2026

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Никулина А. А.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Батаев И. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-7/НА Способен выбирать и применять современные методы исследования и прогнозирования структуры и свойств материалов при решении профессиональных задач (в том числе для исследования структуры и свойств наноматериалов), анализировать результаты исследований, оформлять полученные результаты в виде отчётов и научных статей
	ПК-7/НА. 1 Использует современные методы для анализа структуры и свойств материалов на различных масштабных уровнях.

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-7/НА. 1 Использует современные методы для анализа структуры и свойств материалов на различных масштабных уровнях.	
Уметь проводить рентгенофазовый анализ поликристаллических материалов.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Рентгеновское излучение - определение, характеристики				
1. Колебательный процесс, гармонические колебания. Понятие волны, ее характеристики, уравнение. Определение электромагнитной волны. Рентгеновское излучение. Единицы измерения энергии и интенсивности ионизирующего из-лучения. Связь длины волны и энергии электромагнитного излучения.	4	0	0	ПК-7/НА.1
2. Физические способы генерирования рентгеновского излучения. Практические методы создания рентгеновского излучения. Строение, принцип работы и примеры рентгеновских трубок для дифрактометров. Непрерывный и харак-теристический спектр рентгеновского излучения.	4	0	0	ПК-7/НА.1
Дидактическая единица: Поликристаллические материалы и их взаимодействие с рентгеновским излучением.				
3. Теоретические подходы к описанию строения твердого тела. Кристаллическая и атомная решетка кристалла. Элементарная ячейка. Обозначение индексов узла, рядов и сеток.	2	0	0	ПК-7/НА.1

4. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Коэффициент массового поглощения. Фотоэлектрический эффект. Оже эффект. Флуоресценция. Расчет глубины проникновения рентгеновского излучения в материал.	4	0	0	ПК-7/НА.1
Дидактическая единица: Дифрактометры для проведения анализа поликристаллических материалов.				
5. Фокусирующие геометрии съемки дифрактограмм. Рентгеновская оптика.	4	0	0	ПК-7/НА.1
6. Детекторы рентгеновского излучения: виды и физический принцип работы. Абсолютная и относительная ошибка измерения интенсивности.	4	0	0	ПК-7/НА.1
Дидактическая единица: Дифракция рентгеновского излучения на поликристаллических материалах.				
7. Вывод уравнения Вульфа - Брэгга на атомных плоскостях и следствия из него для примитивной и центрированной элементарной ячейки кристаллической решетки.	2	0	0	ПК-7/НА.1
8. Понятие обратной решетки и вывод обобщенного уравнения дифракции.	4	0	0	ПК-7/НА.1
9. Определение атомного фактора рассеяния. Способы его расчета.	2	0	0	ПК-7/НА.1
10. Определение структурного фактора рассеяния. Способы его расчета.	2	0	0	ПК-7/НА.1
11. Уравнение абсолютной и относительной интенсивности рефлекса на рентгенограмме.	2	0	0	ПК-7/НА.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Дифрактометры для проведения анализа поликристаллических материалов.					
1. Рентгеновский дифрактометр - назначение, принцип работы и основные компоненты. Виды образцов и способы их подготовки для проведения анализа. Оборудование (приставки) для расширения спектра решаемых задач на дифрактометре.	4	0	0	ПК-7/НА.1	Выполнение практической работы. Подготовка и защита отчета по теме работы.
2. Предварительная обработка и профильный анализ рентгенограмм с помощью программного обеспечения.	4	0	0	ПК-7/НА.1	Выполнение практической работы. Подготовка и защита отчета по теме работы.
Дидактическая единица: Дифракция рентгеновского излучения на поликристаллических материалах.					
3. Качественный фазовый анализ. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программным обеспечением компании ICDD.	4	1	0	ПК-7/НА.1	Выполнение практической работы. Подготовка и защита отчета по теме работы.

4. Анализ влияния симметрии, параметров элементарной ячейки и базиса кристалла на теоретическую рентгенограмму кристаллической фазы.	4	1	0	ПК-7/НА.1	Выполнение практической работы. Подготовка и защита отчета по теме работы.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Рентгеновское излучение - определение, характеристики					
1. Освоение изученного материала.	20	0	0	ПК-7/НА.1	Освоение изученного материала.
Дидактическая единица: Поликристаллические материалы и их взаимодействие с рентгеновским излучением.					
2. Освоение изученного материала.	20	0	0	ПК-7/НА.1	Освоение изученного материала.
Дидактическая единица: Дифрактометры для проведения анализа поликристаллических материалов.					
3. Освоение изученного материала.	21	0	0	ПК-7/НА.1	Освоение изученного материала.
Дидактическая единица: Дифракция рентгеновского излучения на поликристаллических материалах.					
4. Подготовка расчетно-графической работы.	22	0	0	ПК-7/НА.1	

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Качественный фазовый анализ. Описание и принцип работы с базой данных PDF и программным обеспечением компании ICDD.	Пр	Выполняет следующие виды работ: описание и принцип работы с базой данных PDF и программным обеспечением компании ICDD.
2	Анализ влияния симметрии, параметров элементарной ячейки и базиса кристалла на теоретическую рентгенограмму кристаллической фазы.	Пр	Выполняет следующие виды работ: анализ влияния симметрии, параметров элементарной ячейки и базиса кристалла на теоретическую рентгенограмму кристаллической фазы.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Рентгеновское излучение	ПК-7/НА.1	5	2

Обучающийся производит первичную обработку экспериментальной рентгенограммы и расшифровку фазового состава. По результатам работы готовится отчет с описанием характеристик и режима работы оборудования, на котором производилась съемка рентгенограммы, и результатов выполненного анализа.: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 19, [1] с. : табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2	Подготовка к занятиям	ПК-7/НА.1	0	0
Работа с литературными источниками.: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 19, [1] с. : табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Подготовка к аттестации	ПК-7/НА.1	0	2
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 19, [1] с. : табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-7/НА.1	83	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 19, [1] с. : табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
Практические занятия:	10	20
РГЗ/Реферат:	20	40
Экзамен:	0	40

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-7/НА	ПК-7/НА 1. Использует современные методы для анализа структуры и свойств материалов на различных масштабных уровнях.	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Кузьмичева, Г. М. Высокотехнологичные дифракционные и комплементарные методы в материаловедении : учебно-методическое пособие / Г. М. Кузьмичева. — Москва : РТУ МИРЭА, 2026. — 119 с. — ISBN 978-5-7339-2942-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/523302 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Батаев И. А. Кристаллография. Формы кристаллических многогранников : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 64, [2] с. : цв. ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229614

Дополнительная литература

1. Кристаллография. Симметрия кристаллических многогранников и кристаллических структур : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев, Е. Д. Головин, Е. А. Колубаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2024.- 160, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=228528

2. Батаев И. А. Кристаллография. Индицирование граней и ребер кристаллов : [учебное пособие] / И. А. Батаев, А. А. Батаев, С. В. Веселов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 115, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240501

Интернет-ресурсы

1. SPRINGER Link : сайт. – 2023 – . – URL: https://link.springer.com/ (дата обращения: 31.10.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 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: Изд-во НГТУ, 2016.- 19, [1] с. : табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

2. Попок, В. Н. Методы исследования материалов: Практикум : учебное пособие / В. Н. Попок, Н. А. Рашутин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 27 с. — ISBN 978-5-7339-2703-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/512999 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Специализированное программное обеспечение

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA	Оборудование для проведения рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа; Оборудование для проведения специальных дифракционных исследований; Оборудование для проведения специальных дифракционных исследований; Обеспечение стабильной работы аналитического оборудования