

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.4 «Кристаллография, рентгенография и микроскопия»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **16.03.01  
Техническая физика**

Направленность (профиль, специализация): **Физико-химическое  
материаловедение**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных  
отношений**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	профессор	Б.Ф. Демьянов
Согласовал	Зав. кафедрой «Ф»	С.Л. Кустов
	руководитель направленности (профиля) программы	М.Д. Старостенков

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен проводить экспериментальные исследования характеристик физических процессов и явлений с использованием современных средств измерений и обработки результатов	ПК-2.1	Описывает технические возможности измерительной аппаратуры
		ПК-2.2	Способен использовать современные средства измерений для решения задач технической физики
ПК-5	Способен к организации метрологического обеспечения технологических процессов и использованию технических средств, методов контроля физико-технических объектов, изделий и материалов	ПК-5.2	Способен применять технические средства для изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов
		ПК-5.3	Способен применять методы контроля качества материалов, элементов и узлов систем различного назначения

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Физика, Физика конденсированного состояния
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Механические и физические свойства материалов, Экспериментальные методы исследования

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	0	32	96	57

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Лекционные занятия (16ч.)**

**1. Межатомное взаимодействие. Элементы симметрии.(2ч.)[4,5]** Межатомное и межмолекулярное взаимодействие. Типы сил связи в кристаллах. Структура кристалла и пространственная решетка. Простые элементы симметрии. Основная теорема кристаллографии. Пространственные и точечные группы. Решетки Бравэ.

**2. Экспериментальные исследования характеристик физических процессов и явлений. Характеристики кристаллических структур. {дискуссия} (2ч.)[4]** Функция радиального распределения. Параметр решетки. Межплоскостное расстояние. Элементарная ячейка. Координационные числа. Индексы Миллера плоскостей и направлений. Индексирование плоскостей и направлений в кристаллах. Обратная решетка. Обратное пространство.

**3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.(4ч.)[1,6]** Дифракция. Взаимодействие с рентгеновским излучением. Рассеяние рентгеновских лучей свободным электроном. Когерентное рассеяние атомом. Связь размера и формы узла обратной решетки с размером и формой кристалла. Интенсивность интерференционных максимумов. Диффузное рассеяние. Рассеяние аморфными веществами и жидкостью. Обратная решетка, сфера отражения и дифракционная картина. Обратное пространство поликристалла.

**4. Метрологическое обеспечение технологических процессов, использование технических средств, методов контроля физико-технических объектов, изделий и материалов. Рентгеноструктурный анализ. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,3,6]** Природа рентгеновских лучей. Их спектры. Получение рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Принципиальное устройство рентгеновских установок. Принципы методов рентгеноструктурного анализа.

**5. Метрологическое обеспечение технологических процессов, использование технических средств, методов контроля физико-технических объектов, изделий и материалов. Электронная микроскопия.(4ч.)[6]** Принцип действия и схема лучей в электронном микроскопе. Особенности рассеяния электронов веществом. Электронография. Расшифровка электронограмм. Объекты исследования. Получение изображения кристаллов. Темнопольное и светлопольное изображения.

**Практические занятия (32ч.)**

- 1. Элементы кристаллографии.(4ч.)[4]** Построение ячеек Браве для пространственных групп симметрии. Определение индексов Миллера. Построение кристаллографических плоскостей и направлений.
- 2. Решетки кубической сингонии.(4ч.)[4]** Кристаллографические характеристики решеток кубической сингонии. Обратное пространство. Обратная решетка. Построение обратной решетки для кубического кристалла.
- 3. Принципы анализа рентгенограмм.(4ч.)[2,6]** Теоретические и экспериментальные профили интерференционных линий. Основные характеристики рентгеновских линий дифрактограмм.
- 4. Анализ электронномикроскопических изображений.(4ч.)[6]** Теоретические основы формирования электронномикроскопических изображений. Основные уравнения и методы анализа дефектов кристаллической структуры по электронномикроскопическим изображениям.
- 5. Расшифровка рентгенограмм.(4ч.)[2]** Определение параметра решетки по дифрактограммам. Количественный фазовый анализ.
- 6. Измерение характеристик тонкой структуры кристаллов.(4ч.)[3]** Определение микронапряжений в мартенсите. Определение микронапряжений и размера субзерен.
- 7. Электронная микроскопия. Метод фольг.(4ч.)[6]** Электронномикроскопические изображения. Расшифровка электронограмм. Определение плотности дислокаций.
- 8. Электронная микроскопия. Метод реплик.(4ч.)[6]** Анализ процессов деформации методом реплик. Расшифровка изображений атомной структуры в атомно-силовом микроскопе.

#### **Самостоятельная работа (96ч.)**

- 1. Подготовка к лекциям.(16ч.)[6]** Повторение пройденного на лекциях теоретического материала.
  - 2. Подготовка к практическим занятиям(20ч.)[1,2,3]** Подготовка отчетов к практическим работам.
  - 3. Подготовка к контрольным работам(24ч.)[4,6]** Повторение материала лекций по теме контрольной работы.
  - 4. Подготовка к экзамену.(36ч.)[4,5,6]** Повторение лекционного курса.
- 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Демьянов Б.Ф. Рентгеновские лучи и источники рентгеновского

излучения: Учебно-практическое пособие/ Алт. госуд. технич. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул, 2012. – 7 с., Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/eisa/demjanov-rengen.pdf>

2. Демьянов Б.Ф. Определение параметров решетки материалов по данным рентгенографии: Учебно-практическое пособие/ Алт. госуд. технич. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул, 2012. – 7 с., Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/eisa/demjanov-lab2.pdf>

3. Демьянов Б.Ф. Определение характеристик тонкой структуры кристаллических образцов. Методические указания к лабораторным работам по курсу кристаллографии, рентгенографии и микроскопии/ Алт. госуд. технич. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул, 2012. – 5 с. Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/eisa/demjanov-lab.pdf>

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

4. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0923-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262>.

### **6.2. Дополнительная литература**

5. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : [учебник для вузов по специальностям "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов" / Я. С. Уманский и др.]. - Москва : Металлургия, 1982. - 631 с. : ил. - 11 экз.

6. Шаскольская, Марианна Петровна. Кристаллография : [учебное пособие для вузов] / М. П. Шаскольская. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1984. - 376 с. : ил. - 24 экз.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

7. <http://cryst.geol.msu.ru>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченного авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».