

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан физического факультета  
 С.Н. Филимонов  
«15» апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**Рентгеноструктурный анализ (Лабораторный практикум)**

по направлению подготовки

**03.03.02 – Физика**


Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.07.09

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
 О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
 О.М. Сюсина

Томск – 2021

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий;

ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 1.1. Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования ;

ИОПК 2.2. Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Освоить физические представления о природе и свойствах рентгеновского излучения, кинематическую и динамические теории рассеяния рентгеновских лучей в кристаллах, основные методы рентгеноструктурного анализа.

– Научиться применять физические представления и методы рентгеноструктурного анализа в решении практических и теоретических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль по выбору "Физика металлов".

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 7, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математический анализ; линейная алгебра и аналитическая геометрия; дифференциальные уравнения.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– лабораторный практикум: 64 ч.

в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Лабораторные занятия по дисциплине «Рентгеноструктурный анализ»

1. Рентгентехника. Техника безопасности.

2. Получение и расчет рентгенограммы порошков кубического кристалла.

3. Получение и расчет рентгенограммы порошков кристаллов средних сингоний.

4. Рентгеновский анализ аксиальной текстуры.
5. Метод Лауэ.
6. Метод вращения.
7. Определение размера блоков по эффекту экстинкции.
8. Определение дисперсности областей когерентного рассеяния и микродеформации решетки методом моментов.
9. Определение ориентировки монокристалла на дифрактометре.
10. Фазовый анализ.

#### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты выполнения заданий по материалам курса (выступление и работа на практических занятиях), и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом): посещаемость – максимальный балл 10, выполнение заданий по материалам курса – 40. Контрольная точка проводится не менее одного раза в семестр.

#### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет в 7 семестре** проводится в письменной форме по экзаменационным билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученных по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации: оценка «зачтено» – от 60 баллов.

**Дифференцированный зачет в 6 семестре** проводится в письменной форме по экзаменационным билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

На промежуточную аттестацию планируется не более 50 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученных по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), «не зачтено» («неудовлетворительно»).

Оценка (дифференцированного зачета) определяется исходя из результатов зачета и текущей аттестации в течение семестра и согласуется с принятым соответствием с 5-ти балльной шкалой оценивания: 100-86 – «отлично»; 85-66 – «хорошо»; 65-50 – «удовлетворительно», менее 50 – «неудовлетворительно».

Экзаменационный билет включает 2 вопроса из списка контрольных вопросов по курсу (приведен в разделе 11), проверяющих сформированность компетенций ПК-1 и ОПК-2 в соответствии с индикаторами ИПК-1.1 и ИОПК 2.2. Ответы даются в развернутой форме.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Роль структурного анализа в исследовании кристаллов. Развитие теории дифракции рентгеновских лучей.
2. Тормозное рентгеновское излучение, его природа и закономерности.
3. Характеристическое рентгеновское излучение, его происхождение и спектр. Влияние напряжения, силы тока, порядкового номера материала анода.

#### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - РСА, часть 1: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21970>  
РСА, часть 2: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21969>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Перечень вопросов, выносимых на зачет.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- подготовку к зачету.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Гинье А. Рентгенография кристаллов. М.: Физматгиз, 1961. – 604 с.
2. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронографический анализ металлов. М.: Metallurgizdat, 1980. - 351 с.
3. Савицкая Л.К. Методы рентгеноструктурных исследований. Учебное пособие. Томск.: Иад-во Том.ун-та, 2003. – 255 с.
4. Джеймс Р. Оптические принципы дифракции рентгеновских лучей в кристаллах. М.: ИЛ, 1955. - 572 с.
5. Вишняков Я.Д. Современные методы исследования структуры деформированных кристаллов. М.: Metallurgiya, 1975. - 480 с.
6. Уманский Я.С. Рентгенография металлов. М.: Metallurgiya, 1967. – 235 с.
7. Уоррен Б. Рентгенографическое излучение деформированных металлов // Успехи физики металлов. М.: Metallurgizdat, 1963. - Т.5. - С. 172-237.
8. Лавров Л., Буфер М.Дж. Метод порошка в рентгенографии. М.: ИЛ., 1961. – 380 с.
9. Бородкина М.М., Спектор Э.М. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов. М.: Metallurgizdat, 1970. - 351 с.
10. Блохин М.А. Физика рентгеновских лучей. М.: Госуд. изд-во техн. теор. литературы, 1957. – 518 с.
11. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, и рентгенография и электронная микроскопия. М.: Metallurgiya, 1982. – 632 с.
12. Иверонова В.И., Ревкевич П.П. Теория рассеяния рентгеновских лучей. М.: Изд-во МГУ, 1972.

б) дополнительная литература:

13. Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. М.: Metallurgiya, 1973. - 584 с.
14. Калитиевский Н.И. Волновая оптика. М.: Наука, 1971. - 373 с.
15. Фульц Б. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов / Б. Фульц, М. Хау Дж. – Москва: Техносфера, 2011. – 904 с.
16. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ / А.И. Китайгородский. – М. : Книга по Требованию. 2012.
17. Жданов Г. С. Основы рентгеновского структурного анализа / Г. С. Жданов. – М. : Книга по Требованию. 2012. – 448с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – М., 2013- . URL: <http://www.biblio-online.ru/>
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-

- издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2012- . URL: <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система Консультант студента [Электронный ресурс] / ООО «Политехресурс». - М, 2012- . – URL: <http://www.studentlibrary.ru/>
  5. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . – Электрон. дан. – Томск, 2011-. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
  6. Электронный каталог [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 2008-2016. – URL: <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?theme=system>
  7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
  8. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справ. правовая система. – Электрон. дан. – М., 1992- . – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
  9. Гарант [Электронный ресурс] : информ.-правовое обеспечение / НПП «Гарант-Сервис». – Электрон. дан. – М., 2016. – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
  10. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
  11. SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/>
  12. ProQuest Ebook Central [Electronic resource] / ProQuest LLC. – Electronic data. – Ann Arbor, MI, USA, [s. n.]. – URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/home.action>
  13. <http://escher.epfl.ch/eCrystallography/>
  14. <http://www.iucr.org/>
  15. <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX; системы компьютерной алгебры Wolfram Mathematica, Waterloo Maple; – публично доступные облачные технологии (GoogleDocs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 2008-2016. – URL: <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . – Электрон. дан. – Томск, 2011. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Издательство «Лань» [Электронный ресурс]:/ – Электрон. дан. – СПб., 2010. – URL: <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента [Электронный ресурс] / ООО «Политехресурс». – М, 2012. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2012. – URL: <http://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате, оснащенные системой «Актру».

Все виды материально-информационной базы Научной библиотеки ТГУ.

Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ.

Программное обеспечение курсов, предшествующих изучению представленной дисциплины.

### **15. Информация о разработчике**

Смирнов Иван Владимирович, кандидат физико-математических наук, профессор, кафедра физики металлов физического факультета ТГУ, ст. преподаватель.