

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники**

Авторы-составители: **Семенова Оксана Рифовна**

Рабочая программа дисциплины

**СПЕЦПРАКТИКУМ (РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ  
СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ)**

Код УМК 64383

Утверждено  
Протокол №9  
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Спецпрактикум (рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел)

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Спецпрактикум (рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел)** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** Способен исследовать и контролировать структуру вещества на атомно-молекулярном уровне с помощью различных инструментальных методов

#### **Индикаторы**

**ПК.1.2** Применяет современные инструментальные методы исследования и контроля строения реальных твердых тел на атомно-молекулярном уровне

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Спецпрактикум (рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел)**

#### **Определение размеров блоков и величины микронапряжений кристаллической решетки в поликристаллах методом аппроксимирующих функций**

Экспериментальное определение величины мелких кристалликов и блоков, а также величины микроискажений кристаллической решетки по эффекту дифракционного размытия с помощью аппроксимирующих функций

#### **Определение размеров блоков и величины микронапряжений кристаллической решетки в поликристаллах методом гармонического анализа**

Рентгенографическое определение размера областей когерентного рассеяния (блоков) и величины микроискажений с помощью гармонического анализа формы интерференционной линии.

#### **Определение размера зерен в поликристаллических агрегатах**

Экспериментальное определение размера зерен в поликристаллическом агрегате по числу интерференционных пятен на линиях дебаеграммы.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Семенова О. Р. Дополнительные главы дифракционного структурного анализа. учебное пособие для студентов физического факультета, обучающихся по специальности "Физика конденсированного состояния вещества" Ч. 1/О. Р. Семенова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный университет. -Пермь, 2010, ISBN 978-5-7944-1490-5.-185.-Библиогр.: с. 179
2. Семенова О. Р. Рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Нанотехнологии и микросистемная техника"/О. Р. Семенова. -Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3093-6.-1.-Библиогр.: с. 93  
<https://elis.psu.ru/node/508261>

### Дополнительная:

1. Китайгородский А. И. Рентгеноструктурный анализ/А. И. Китайгородский. - Ленинград: Гостехиздат, 1950. -652.

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<https://elis.psu.ru/node/508261> Рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Спецпрактикум (рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел)** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) ;
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Лабораторные занятия проходят в Лаборатории рентгеноструктурного анализа, оснащенной специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с



доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Спецпрактикум (рентгенографическое исследование тонкой структуры твердых тел)**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Способен исследовать и контролировать структуру вещества на атомно-молекулярном уровне с помощью различных инструментальных методов**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> Применяет современные инструментальные методы исследования и контроля строения реальных твердых тел на атомно-молекулярном уровне</p>	<p>Знать теоретические основы методов дифракционного структурного анализа для определения размерных соотношений при расчете тонкой структуры твердых тел. Уметь получать дифракционные картины от материалов в различном структурном состоянии. Владеть методами расчета дифракционных картин для определения тонкой структуры твердых тел.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Студент не знает теоретических основ методов дифракционного структурного анализа для определения размерных соотношений при расчете тонкой структуры твердых тел. Не способен подобрать условия эксперимента для получения дифракционных картин от различных материалов. Не владеет методами расчета дифракционных картин для определения тонкой структуры твердых тел.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Студент знает теоретические основы методов дифракционного структурного анализа для определения размерных соотношений при расчете тонкой структуры твердых тел, но не способен подобрать условия эксперимента для получения дифракционных картин от различных материалов. Производит расчет дифракционных картин с помощью преподавателя.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Студент знает теоретические основы методов дифракционного структурного анализа для определения размерных соотношений при расчете тонкой структуры твердых тел. Способен подобрать условия эксперимента для получения дифракционных картин с помощью преподавателя. Владеет некоторыми методами расчета дифракционных картин для определения тонкой структуры твердых тел.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Студент знает теоретические основы</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>методов дифракционного структурного анализа для определения размерных соотношений при расчете тонкой структуры твердых тел. Способен самостоятельно подобрать условия эксперимента для получения дифракционных картин от нанокристаллических материалов. Владеет методами расчета дифракционных картин для определения тонкой структуры твердых тел.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> Применяет современные инструментальные методы исследования и контроля строения реальных твердых тел на атомно-молекулярном уровне</p>	<p>Определение размеров блоков и величины микронапряжений кристаллической решетки в поликристаллах методом аппроксимирующих функций <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание об определении размера блоков (зерен) методом аппроксимирующих функций. Знание о графическом разделении дублетных линий. Знание об определении величины микроискажений кристаллической решетки методом аппроксимирующих функций.</p>
<p><b>ПК.1.2</b> Применяет современные инструментальные методы исследования и контроля строения реальных твердых тел на атомно-молекулярном уровне</p>	<p>Определение размеров блоков и величины микронапряжений кристаллической решетки в поликристаллах методом гармонического анализа <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание об определении размера блоков (зерен) методом Фурье-анализа формы дифракционной кривой. Знание об областях применимости метода. Знание об определении величины микроискажений кристаллической решетки методом Фурье-анализа.</p>
<p><b>ПК.1.2</b> Применяет современные инструментальные методы исследования и контроля строения реальных твердых тел на атомно-молекулярном уровне</p>	<p>Определение размера зерен в поликристаллических агрегатах <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание о методах получения дифракционных картин от поликристаллических материалов. Знание о методе двойных экспозиций. Знание об экспериментальном определении размера зерен в поликристаллическом агрегате по числу интерференционных пятен на линиях дебаеграммы</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Определение размеров блоков и величины микронапряжений кристаллической решетки в поликристаллах методом аппроксимирующих функций

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знание об определении размера блоков (зерен) методом аппроксимирующих функций.	17
Знание об определении величины микронапряжений кристаллической решетки методом аппроксимирующих функций.	17
Знание о графическом разделении дублетных линий.	6

### Определение размеров блоков и величины микронапряжений кристаллической решетки в поликристаллах методом гармонического анализа

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знание об определении размера блоков (зерен) методом Фурье-анализа формы дифракционной кривой.	17
Знание об определении величины микронапряжений кристаллической решетки методом Фурье-анализа.	17
Области применения метода	6

### Определение размера зерен в поликристаллических агрегатах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Знание о методе двойных экспозиций.	9
Знание об экспериментальном определении размера зерен в поликристаллическом агрегате по числу интерференционных пятен на линиях дебаеграммы	9
Знание о методах получения дифракционных картин от поликристаллических материалов.	2