

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
В.В. Кружаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> Химия твердого тела	<b>Код ОП</b> 04.06.01
<b>Направление подготовки</b> Химические науки	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 04.06.01
<b>Уровень подготовки</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 869 от 30.07.2014 г., с изменениями и дополнениями № 464 от 30.04.2015 г.

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Структурное подразделение</b>	<b>Подпись</b>
1	Морозова Мария Витальевна	к.х.н.	доцент	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ	
2	Буянова Елена Станиславовна	к.х.н., доц.	доцент	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ	

**Рекомендовано учебно-методическим советом  
Института естественных наук и математики**

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 1 от 26.09.2017 г.

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК

О.А. Неволina

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

### 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Специальная дисциплина «Современные методы исследования состава и свойств твердых тел» направлена на углубление знаний и практических навыков по исследованию характеристик твердого тела, и в ней углубленно изучаются современные методы экспериментального и теоретического изучения химического элементного состава и функциональных свойств различных твердых веществ.

### 1.2. Язык реализации дисциплины — русский

### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Современные методы исследования состава и свойств твердых тел» относится к разделу Б.1 вариативной части (дисциплина по выбору) ОХОП направления аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен овладеть следующими компетенциями:

#### **общепрофессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

#### **профессиональные компетенции:**

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.21 Химия твердого тела (ПК-1);
- готовность представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, докладов на научных конференциях, рецензировать и редактировать научные статьи по направленности (научной специальности) 02.00.21 Химия твердого тела (ПК-2).

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	104
6.	Промежуточная аттестация	Зачет	0,25	<i>Зачет</i>
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,85	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Структура твердых веществ.	Понятие о симметрии кристаллической решетки. Кристаллографические пространственные группы симметрии. Категории симметрии. Сингонии. Выбор и типы элементарных ячеек. Молекулярные кристаллы. Кристаллы с ионными и ковалентными решетками. Правила Полинга. Размеры атомов или ионов. Координационные числа.
P2	Методы изучения кристаллического строения твердых тел.	Дифракция рентгеновских лучей. Общие представления о структурном анализе монокристаллов и поликристаллов. Нейтронная и электронная дифракция. Особенности и возможности методов. Электронная микроскопия: принципы и возможности сканирующей электронной микроскопии, туннельной электронной микроскопии, электронной микроскопии высокого разрешения. Спектральные методы: колебательная спектроскопия; спектроскопия видимого и УФ излучения; ЯМР, ЯКР ЭПР и мессбауэровская спектроскопия
P3	Методы определения химического состава.	Химический элементный анализ. Рентгенофлуоресцентный анализ. Локальный рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрические методы, атомно-эмиссионная

		спектроскопия.
<b>P4</b>	Методы исследования поверхности.	Оже-электронная спектроскопия, РФЭС. Методы исследования ближнего окружения атомов. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия (EXAFS, XANES).
<b>P5</b>	Исследования термических свойств веществ.	Термогравиметрический анализ. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Дилатометрия.
<b>P6</b>	Методы исследования магнитных свойств.	Фундаментальное и прикладное значение информации о магнитных свойствах. Классификация веществ по их отношению к магнитному полю. Современные магнитные материалы.

### **3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

#### **3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплин**



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

##### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

##### 4.3 Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1 Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

###### 4.3.2 Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

###### 4.3.3 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

###### 4.3.4 Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

###### 4.3.5. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

###### 4.3.6. Самостоятельная работа аспирантов

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Перечень заданий для самостоятельной работы
<b>Раздел 2.</b> Тема 1. Современная рентгеновская дифракционная аппаратура. $\theta$ - $2\theta$ и $\theta$ - $\theta$ дифрактометры. Виды фокусировки. Фокусировка по Брэггу-Брентано. Монохроматизация излучения. Способы формирования параллельного пучка. Зеркало Гёбеля. Способы регистрации рентгеновского излучения. Позиционно-чувствительные детекторы. Высоко- и низкотемпературная рентгенография. Автоматизация эксперимента. Форматы экспериментальных данных. Пакеты прикладных программ.	Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).
<b>Раздел 2.</b> Тема 2. Рассеяние нейтронов кристаллами. Основные положения. Полное сечение рассеяния нейтронов – аналогия с рентгеновскими лучами. Структурная амплитуда. Многократное рассеяние. Температурный фактор. Фактор интегральности (множитель Лоренца).	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Подготовка доклада.

<p>Фактор повторяемости. Общее выражение для интенсивности рассеяния нейтронов кристаллами. Сравнение с рентгеном. Преимущества и недостатки нейтронографии. Основные положения анализа экспериментальных нейтронограмм.</p>	
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 3. Принципы формирования изображений и контраста в просвечивающей электронной микроскопии. Дифракционная микроскопия (светлопольное, темнопольное изображения). Микроскопия высокого разрешения (изображение решетки, высокоразрешающее изображение). Фурье-преобразование в микроскопии высокого разрешения</p>	<p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 4. Методы сканирующей и аналитической электронной микроскопии. Принципы зондовой микроскопии. HAADF-микроскопия. Энергодисперсионный анализ. Спектроскопия энергетических потерь электронов EELS. Примеры решения структурно-аналитических задач с использованием HAADF-микроскопии и спектроскопии потерь электронов. Общее устройство растрового сканирующего микроскопа. Формирование изображения в РЭМ (вторичные, обратно отраженные электроны, сигнал катодолюминесценции и т.д.). Факторы, влияющие на качество получаемого изображения, разрешение и глубина фокуса в растровой микроскопии.</p>	<p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p>
<p><b>Раздел 2.</b> Тема 5. Методы магнитного резонанса. Общая характеристика. Получаемая информация. ЯМР. Уравнения движения, ширина резонансной линии, связь с ядерным движением. Сверхтонкое расщепление. Примеры использования. Тема 6. ЭПР, обменное сужение, расщепление в нулевом поле. Примеры. Тема 7. Ядерный квадрупольный резонанс. Ферромагнитный резонанс. Антиферромагнитный резонанс.</p>	<p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Подготовка доклада.</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Тема 1. Рентгенофлуоресцентный анализ. Теоретические основы метода. Рентгеновские спектрометры. Методы с дисперсией по длине волны, с дисперсией по энергиям. Рентгенофлуоресцентный анализ с полным внутренним отражением. Тема 2. Масс-спектрометрические методы.</p>	<p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов)</p>

<p>Теоретические основы. Образование ионов. Масс-спектрометры.</p> <p>Тема 3. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Теоретические основы метода. Источники возбуждения для эмиссионного спектрального анализа. Аппаратура для эмиссионного спектрального анализа. Качественный и количественный анализ.</p>	
<p><b>Раздел 4.</b> Методы анализа поверхности. Оже-эффект. Растровый Оже-микроскоп. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия и спектроскопия квантового выхода. Главный край поглощения. EXAFS–спектроскопия. Интерпретация. УФЭС, ЭСХА–спектроскопия. Электронная спектроскопия и проблемы изучения поверхностных состояний.</p>	<p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.</p>
<p><b>Раздел 5.</b> Исследования термических свойств веществ. Термогравиметрический анализ. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Дилатометрия.</p>	<p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p>
<p><b>Раздел 6.</b> Основные понятия теории магнетизма. Магнетометры. Метод Фарадея. Метод Гуи. Вибрационные магнетометры. Магнетометр SQUID. Сухие криостаты. Сравнительная характеристика методов. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Магнитное упорядочение. Магнетизм низкоразмерных структур и магнитные свойства наночастиц. Современные магнитные материалы.</p>	<p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.</p>

**5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ** [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1 – P6				*								

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)**

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1.Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Д Ю. Беккер. Спектроскопия. М.: Техносфера, 2009.
2. Физические методы исследования неорганических веществ. Под ред. А.Б. Никольского. М., Изд-во Академия, 2006.
3. Б. Фахльман. Химия новых материалов и нанотехнологии. Долгопрудный: Интеллект, 2011
4. У. Мюллер Структурная неорганическая химия: Долгопрудный : Интеллект, 2010 .
5. Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков Физические методы исследования в химии. М. : Мир : АСТ, 2003.
6. Н. А. Шабанова, В. В. Попов, П. Д. Саркисов Химия и технология нанодисперсных оксидов Москва : Академкнига, 2006.
7. И. В. Мелихов Физико-химическая эволюция твердого вещества. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
8. А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков Химия твердого тела : Москва : Академия, 2006.
9. Ю. Д. Третьяков, В. И. Путляев Введение в химию твердофазных материалов Москва : Издательство Московского университета : Наука, 2006
10. А. Б. Ярославцев Химия твердого тела : Москва : Научный Мир, 2009 .
11. Б. Фахльман Химия новых материалов и нанотехнологии : Долгопрудный : Интеллект, 2011 .

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Фистуль Ф.И. Физика и химия твердого тела. М.: 1995, т.1. т.2.
2. Тушинский Л.И. и др. Методы исследования материалов. М. Мир,2004.
3. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.: 1973
4. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир, 1979.
5. Карлсон Т. Фотоэлектронная и Оже-спектроскопия, пер. с англ., Л., 1981
6. Электронная и ионная спектроскопия твердых тел, пер. с англ., под ред. В. И. Раховского, М., 1981.
7. Харрисон У. Электронная структура и свойства твердых тел (в 2-х томах). М.: Мир, 1983.
8. Карлин Р.Л. Магнетохимия. М.: Наука, 1989.
9. Шестак Я. Теория термического анализа. М., Мир, 1980.
10. Матухин В.Л., Ермаков В.Л. Физика твердого тела: Уч. Пособие. – СПб.: Изд-во «Лань»,

2010.

11. Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. М: Изд-во Моск. ун-та, 1985 г
12. В. Н. Чеботин Физическая химия твердого тела. Москва : Химия, 1982 .
13. П. Кофстад Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в простых окислах металлов Москва : Мир, 1975 .

## **7.2. Методические разработки**

1. Анимиаца И.Е. Учебно-методический комплекс дисциплины "Материалы для водородной энергетики" [Электронный ресурс] / Урал. гос. ун-т Екатеринбург: 2008. URL: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/1468>.
3. Учебно-методический комплекс дисциплины "Магнетохимия" [Электронный ресурс] / Д. Г. Келлерман ; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, ИОНЦ "Нанотехнологии и перспективные материалы" [и др.]. — Электрон. дан. (18,7 Мб). — Екатеринбург : [б. и.], 2008.
4. Зуев. А.Ю. Учебно-методический комплекс дисциплины "Дефекты и свойства перспективных оксидных материалов" [Электронный ресурс] / Урал. гос. ун-т Екатеринбург: 2008. URL: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/1543>

## **7.3. Программное обеспечение**

1. Microsoft Office

## **7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Платформа Springer Link
2. Платформа Nature
3. База данных Springer Materials
4. База данных Springer Protocols
5. База данных zbMath
6. База данных Nano
7. База данных Кембриджского центра структурных данных CSD Enterprise

## **7.5. Электронные образовательные ресурсы**

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Международный индекс научного цитирования Scopus компании Elsevier B.V.
2. Международный индекс научного цитирования Web of Science компании Clarivate Analytics
3. Журналы издательства Wiley
4. Электронная библиотека IEEEEXPLORE Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
5. Журналы American Physical Society (Американского физического общества)
6. Журналы Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
7. MathSciNET - реферативная база данных American Mathematical Society (Американского математического общества)
8. Патентная база компании QUESTEL
9. Журнал Science Online
10. Журнал Nature
11. Журналы издательства Oxford University Press
12. Журналы издательства SAGE Publication

13. Журналы Американского института физики
14. Журналы Института физики (Великобритания)
15. Журналы Оптического общества Америки
16. Материалы международного общества оптики и фотоники (OSA)
17. Журналы издательства Cambridge University Press
18. Научные журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG
19. База данных Annual Reviews Science Collection
20. База данных CASC- Коллекция компьютерных и прикладных наук компании EBSCO Publishing
21. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing
22. База данных Association for Computing Machinery (ACM)
23. База диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global Журнальные базы данных мировой научной информации Freedom Collection компании Elsevier
24. Информационно-аналитическая система управления научными исследованиями Pure компании Elsevier B. V.
25. Наукометрическая база данных Scival компании Elsevier B. V.
26. Аналитическая и информационная база данных REAXYS компании Elsevier,
27. Научные базы данных компании EBSCO Publishing: Business Source Complete и Academic Search Complete, Информационно-поисковая система EBSCO Discovery Service, IEEE All-Society Periodicals Package,
28. Базы данных компании East View,
29. Электронная библиотека диссертаций РГБ;
30. Информационно-аналитическая система FIRA PRO компании ООО«Первое Независимое Рейтинговое Агентство»,
31. Электронная система нормативно-технической документации "Техэксперт" компании КОДЕКС,
32. Базы данных «Интегрум Профи» компании «Интегрум медиа»,
33. Наукометрические базы данных Incites и Journal Citation Report компании Clarivate Analytics,
34. Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX компании «Научная электронная библиотека».

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Объективная оценка уровня соответствия результатов обучения требованиям к освоению ОП обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки освоения знаний, сформированности умений и опыта выполнения профессиональных задач.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)

<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
----------------------------	--	--	--

## **8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено

### **8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено

### **8.2.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено

### **8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

#### **Проверяемые компетенции ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2.**

1. Типы химической связи в оксидах. Распределение электронной плотности. Системы кристаллических атомных и эффективных ионных радиусов.
2. Элементы симметрии кристаллической решетки. Сингонии. Пространственные группы. Методы определения кристаллической структуры.
3. Плотность упаковки. Изображение структур с помощью координационных полиэдров.
4. Структуры сложных химических соединений и природа химической связи. Правила Полинга. Представления о валентном усилии связи.
5. Природа и свойства рентгеновских лучей. Источники рентгеновского излучения. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение и рассеяние рентгеновских лучей веществом.
6. Методы исследования монокристаллов.
7. Задачи и методы качественного фазового анализа.
8. Обратная решетка.
9. Прецизионное определение параметров элементарной ячейки. Систематические и случайные погрешности.
10. Метод Ритвельда. Основные положения и формулы. Критерии качества уточнения структуры.
11. Профильный анализ. Функции профиля, полуширина, асимметрия.
12. Составляющие рассеяния нейтронов кристаллическим веществом: упорядоченное (когерентное) упругое, неупорядоченное (некогерентное) упругое, упорядоченное неупругое, неупорядоченное неупругое.
13. Рассеяние нейтронов ядрами, потенциальное и резонансное. Атомные амплитуды рассеяния нейтронов, их знак, изотопный эффект.

14. Получение коротких импульсов нейтронов на стационарных реакторах и импульсных. Системы прерывания. Основные положения метода времени пролета.
15. Программа “FullProf” – как одна из наиболее распространенных при анализе нейтронограмм. Способы задания банка экспериментальных данных. Программы построения кристаллических решеток
16. Упругое рассеяние электронной волны на атоме. Атомный фактор рассеяния электронов и рентгеновских лучей, сравнение. Определение вектора рассеяния. Упругое рассеяние электронов на группе атомов. Амплитуда рассеянной волны.
17. Дифракция электронов на кристаллической решетке. Режим наблюдения дифракции в просвечивающем электронном микроскопе.
18. Принципы формирования изображений (контраста) в дифракционной микроскопии. Формулы амплитуды дифрагированной волны. Темнопольное, светлопольное изображения. Формулы дифракционной микроскопии для изображений структурных дефектов.
19. Формирование высокоразрешающих изображений и изображений в двух пучках. Прямое и обратное Фурье преобразование. Режим наблюдения в микроскопе.
20. Неупругое взаимодействие электронов с веществом. Процессы генерирования вторичных электронов и характеристического рентгеновского излучения.
21. Энергодисперсионный анализ. Локальность энергодисперсионного анализа. Спектроскопия энергетических потерь электронов в сканирующей и просвечивающей микроскопии.
22. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия. Формирование зонда. Сравнение с просвечивающей электронной микроскопией.
23. Сканирующая электронная микроскопия. Взаимодействие электронов с веществом. Вторичные и обратно-отраженные электроны, рентгеновское характеристическое излучение. Механизмы формирования контраста.
24. Орбитальный и спиновый элементы электрона. Ядерные магнитные моменты.
25. Орбитальный магнитный и механический моменты электрона. Гиромагнитное отношение.
26. Методы магнитного резонанса. Общая характеристика. ЯМР. ЭПР.
27. Ядерный квадрупольный резонанс. Ферромагнитный резонанс. Антиферромагнитный резонанс.
28. Рентгеновская эмиссионная спектроскопия. Круг решаемых задач.
29. Фотоэлектронная спектроскопия. ЭСХА–спектроскопия. Проблемы изучения поверхности.
30. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия и спектроскопия квантового выхода.
31. Оже–электронная спектроскопия.
32. Классификация магнитных веществ. Примеры.
33. Орбитальный и спиновый элементы электрона. Ядерные магнитные моменты.
34. Орбитальный магнитный и механический моменты электрона. Гиромагнитное отношение.
35. Диамагнитная составляющая магнитной восприимчивости. Природа диамагнетизма. Классическая теория диамагнетизма Ланжевена.
36. Парамагнетизм. Законы Кюри и Кюри-Вейсса, эффективный магнитный момент. Связь макроскопических и микроскопических параметров.
37. Магнитная восприимчивость в промежуточных и сильных полях. Высокоспиновые и низкоспиновые состояния. Спиновое равновесие.
38. Природа ферромагнетизма. Что такое внутреннее магнитное поле Вейсса, его природа?
39. Природа антиферромагнетизма. Температура Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков ниже температуры Нееля.
40. Ферримагнетизм. Ферриты. Температура Кюри и восприимчивость ферримагнетиков.

41. Доменная структура. Ферромагнитные домены. Движение границ при намагничивании, эффект Баркгаузена. Параметры кривой намагничивания. Причины образования доменов.
42. В чем состоит эффект гигантского магнитного сопротивления? Где используется GMR?
43. Термическое расширение материалов. Коэффициенты термического линейного и объёмного расширения, связь между ними.
44. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода и их определение по дилатометрическим кривым
45. Термогравиметрический анализ, ДТА, применение.

#### **8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено

#### **8.2.6**

**Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

Не предусмотрено

**Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не предусмотрено

**Интернет-тренажеры**

Не предусмотрено