

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Шеин Анатолий Борисович**
Плотникова Мария Дмитриевна
Петухов Игорь Валентинович

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
Код УМК 96178

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физические методы исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **04.03.02** Химия, физика и механика материалов
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физические методы исследования** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.5 Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

Индикаторы

ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности

ПК.1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Индикаторы

ПК.1.2 Выбирает и использует технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации, готовит объекты исследования

ПК.2 Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Индикаторы

ПК.2.1 Осуществляет научно-исследовательские разработки по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике с использованием современной аппаратуры, синтезирует (анализирует) вещества различной природы

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7,8
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (7 триместр) Экзамен (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физические методы исследования (часть 1)

Основными задачами освоения дисциплины «Физические методы исследования» являются:

- получение и закрепление теоретических и практических знаний в области физических и физико-химических явлений и процессов, лежащих в основе наиболее важных методов исследования состава, структуры и свойств материалов и покрытий, явлений в них;
- понимание принципов устройства и работы типовых приборов и подготовки образцов, обработки и анализа регистрируемых характеристик и источников возможных ошибок, определения точности экспериментов и их ограничений;
- приобретение знаний и навыков по оценке возможностей методов и их практическому использованию в исследовании материалов и покрытий различной природы, процессов и явлений в них;
- развитие способности у студентов применять полученные знания при выполнении научно-исследовательских работ.

Введение. Общая классификация методов анализа поверхности материалов. Общие вопросы визуализации структуры материалов и аналитических характеристик. Процедура подготовки материалов к исследованиям.

Во введении приводится общая классификация методов анализа поверхности материалов.

Рассматриваются общие вопросы визуализации структуры материалов и аналитических характеристик. Детально описывается процедура подготовки материалов к исследованиям (шлифование, полирование, травление). Приводится рецептура травителей для различных металлов.

Методы микроскопии. Оптическая микроскопия. Увеличение изображения и разрешающая способность. Принципиальные схемы металлографических микроскопов. Особенности подготовки образцов. Получаемая информация.

Рассматриваются методы оптической микроскопии. Приводится устройство, блок-схема металлографического микроскопа. Обсуждаются специфические методы световой микроскопии (светлопольное и темнопольное освещение, исследование в поляризованном свете, метод фазового контраста и др.).

Электронная микроскопия. Общие аспекты электронной оптики. Взаимодействие электронов с образцом. Первичные, вторичные и обратно рассеянные электроны. Оже-электроны и рентгеновское излучение.

Излагаются основы различных видов электронной микроскопии. Анализируются эффекты, возникающие при взаимодействии электронов с металлическим образцом. Дается понятие о первичных, вторичных и обратно рассеянных электронах, Оже-электронах.

Трансмиссионная электронная микроскопия. Дифракция электронов. Получение ТЭМ-изображения. Устройство ТЭМ. Подготовка образцов и получаемая информация.

Излагаются основы трансмиссионной электронной микроскопии. Приводится устройство ТЭМ, рассматривается принцип его работы. Детально излагаются способы подготовки образцов (прямой, полупрямой, косвенный методы) и типы получаемой информации.

Сканирующая электронная микроскопия. Визуализация вторичных электронов и электронов обратного рассеяния. Получение СЭМ-изображения. Устройство СЭМ. Подготовка образцов и получаемая информация. Фрактография. Микрорентгеноспектральный анализ.

Излагаются основы сканирующей (растровой) электронной микроскопии. Объясняется эффект визуализации вторичных электронов и электронов обратного рассеяния. Рассматриваются способы получения СЭМ-изображения. Излагается устройство СЭМ. Описываются различные способы

подготовки образцов и получаемая информация. Излагаются основы фрактографии (науки об изломах). Даются основы микрорентгеноспектрального анализа. Излагаются принципы работы различных микрорентгеноспектральных анализаторов.

Сканирующие зондовые методы. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Устройство приборов и получаемая информация.

Излагаются основы различных сканирующих зондовых методов. Детально рассматриваются основы сканирующей туннельной микроскопии, устройство микроскопов и принцип их работы. Детально рассматриваются основы атомно-силовой микроскопии. Излагается устройство приборов и получаемая информация.

Методы электронной спектроскопии. Общий обзор. Оже-электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия нейтрализации ионов. Дифракция медленных электронов.

Приводится общий обзор методов электронной спектроскопии (диаграмма Пропста). Детально анализируются отдельные методы электронной спектроскопии, наиболее широко применяемые в химических исследованиях (Оже-электронная спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия, спектроскопия нейтрализации ионов, дифракция медленных электронов и др.). Приводятся примеры устройства аппаратуры и получаемой информации

Физические методы исследования (часть 2)

Основными задачами изучения дисциплины "Физические методы исследования. Рентгеноструктурный анализ" являются

- получение знаний об основах рентгеноструктурного фазового анализа как одного из наиболее востребованных методов изучения материалов;
- об устройстве и принципах работы рентгеновских дифрактометров, а также о возможностях качественного и количественного рентгенофазового анализа.
- применение теоретического содержания дисциплины, представлений о кристаллической структуре, фазовом и химическом составе в практике решения лабораторных задач (лабораторные работы).

Рентгеноструктурный анализ. Спектр рентгеновского излучения.

Введение. Свойства рентгеновских лучей, их преломление, дифракция. Предмет и методы рентгеноструктурного анализа. Применение рентгеновских лучей. Рентгеновское излучение и его спектр. Линейчатый спектр. Характеристический спектр. Сплошной спектр. Выбор анода. Фильтры. Поглощение рентгеновских лучей при прохождении через вещество. Когерентное и некогерентное рассеяние. Линейный и массовый коэффициенты поглощения. Выбор излучения и его монохроматизация. $K\alpha$ и $K\beta$ излучения.

Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Уравнение Вульфа-Брэгга.

Уравнение Вульфа-Брэгга. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей, массовый коэффициент ослабления. Слой половинного ослабления. Истинное атомное поглощение рентгеновских лучей. Селективно поглощающий фильтр рентгеновского излучения. Рассеяние рентгеновского излучения.

Рентгеновские дифрактометры. Виды съемки и типы фокусировки.

Возникновение интерференционных конусов при съемке на отражение. Рентгеновские дифрактометры. Схема фокусировки по Брэггу-Брентано. Интегральная интенсивность дифракционных максимумов. Множители интенсивности. Структурный множитель (фактор), множитель повторяемости (фактор),

угловой множитель (фактор), абсорбционный множитель (фактор), тепловой множитель, Законы погасания.

Основные методы рентгеноструктурного анализа.

Суть, основные преимущества и недостатки, а также область применения следующих методов рентгеноструктурного анализа:

- 1) Метод Лауэ.
- 2) Метод вращения.
- 3) Метод порошков.

Качественный и количественный рентгенофазовый анализ.

Определение типа и размера элементарной ячейки кристаллической решетки. Качественный рентгенофазовый анализ. Количественный рентгенофазовый анализ. Индексирование дифрактограмм, выявление сингонии. Погрешности в определении параметра решетки кубического кристалла.

Определение напряжений методом рентгеноструктурного анализа.

Рассматривается возможность использования методов рентгеноструктурного анализа для определения внутренних напряжений в металлах, классификация напряжений (напряжения I, II и III рода), а также анализируются изменения в рентгенограммах, которые возникают вследствие возникновения напряжений в структуре материала.

Итоговое контрольное мероприятие

Проводится итоговое контрольное мероприятие.

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. Шеин А. Б. Физические методы исследований (металлография, электронная микроскопия, электронная спектроскопия): учебное пособие / А. Б. Шеин. - Пермь, 2008, ISBN 978-5-7944-1174-4. - 108. - Библиогр. в конце глав
2. Шеин А. Б. Спектроскопические методы анализа поверхности твердых тел (теория): учебно-методическое пособие / А. Б. Шеин. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0802-2. - 36. - Библиогр.: с. 36
3. Филимонова, Н. И. Методы электронной микроскопии : учебное пособие / Н. И. Филимонова, А. А. Величко, Н. Е. Фадеева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 61 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/69545.html>
4. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов : монография / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — 376 с. — ISBN 978-5-94836-121-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/12728>

Дополнительная:

1. Панова Т. В. Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия: Учебное пособие / Панова Т. В.. - Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016, ISBN 978-5-7779-2052-2. - 80. <http://www.iprbookshop.ru/60748.html>
2. Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 134 с. — ISBN 978-5-7782-2158-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45104.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физические методы исследования** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; тестирование

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**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

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия: «Лаборатория микроскопии», оснащенная специализированным оборудованием. "Лаборатория физических методов исследования", оснащенная специализированным оборудованием. "Лаборатория рентгено-структурного анализа (РСА)", оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий.

4. Самостоятельная работа: Лаборатория микроскопии», оснащенная специализированным оборудованием. "Лаборатория физических методов исследования", оснащенная специализированным оборудованием. "Лаборатория рентгено-структурного анализа (РСА)", оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий.

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
Физические методы исследования**

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

ОПК.5

Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает теоретические основы физических методов, используемых в химическом материаловедении. Умеет обрабатывать и анализировать результаты исследований, правильно интерпретирует результаты структурных исследований, графические зависимости и делает по ним корректные выводы, не противоречащие основным физическим законам. Владеет практикой количественных расчетов в физических методах исследования.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает теоретических основ физических методов, используемых в химическом материаловедении. Не умеет обрабатывать и анализировать результаты исследований, правильно интерпретировать результаты структурных исследований, графические зависимости и делать по ним корректные выводы, не противоречащие основным физическим законам. Не владеет практикой количественных расчетов в физических методах исследования.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Слабо знает теоретические основы физических методов, используемых в химическом материаловедении. Умеет обрабатывать и анализировать результаты исследований, но делает ошибки. Допускает неточности в выводах. Слабо владеет практикой количественных расчетов в физических методах исследования.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает теоретические основы физических методов, используемых в химическом материаловедении. Умеет обрабатывать и анализировать результаты исследований, но делает незначительные ошибки. Допускает несущественные неточности в выводах. Владеет практикой количественных расчетов в физических методах исследования.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Устойчиво знает теоретические основы физических методов, используемых в химическом материаловедении. Умеет</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Отлично</p> <p>обрабатывать и анализировать результаты исследований, правильно интерпретирует результаты структурных исследований, графические зависимости и делает по ним корректные выводы, не противоречащие основным физическим законам. В полной мере владеет практикой количественных расчетов в физических методах исследования.</p>
<p>ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает техническое устройство и экспериментальные возможности оптических и электронных микроскопов в объеме, достаточном для решения практических задач. Способен самостоятельно выбрать и использовать аппаратуру для выполнения металлографических микроструктурных исследований. Умеет готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. В полной мере владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p>	<p>Неудовлетворител</p> <p>Не знает техническое устройство и экспериментальные возможности оптических и электронных микроскопов. Не способен выбрать и использовать аппаратуру для выполнения металлографических микроструктурных исследований. Не умеет готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Не владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p> <p>Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление о техническом устройстве и экспериментальных возможностях оптических и электронных микроскопов. Способен выбрать аппаратуру для выполнения металлографических микроструктурных исследований. Имеет представление о том, как готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Имеет представление об операциях шлифовки, полировки, травления.</p> <p>Хорошо</p> <p>Знает техническое устройство и экспериментальные возможности оптических и электронных микроскопов в объеме, достаточном для выполнения лабораторных работ. Способен под руководством преподавателя выбрать и использовать аппаратуру для выполнения металлографических микроструктурных</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Хорошо исследований. Умеет готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p> <p>Отлично Знает техническое устройство и экспериментальные возможности оптических и электронных микроскопов в объеме, достаточном для решения практических задач. Способен самостоятельно выбрать и использовать аппаратуру для выполнения металлографических микроструктурных исследований. Умеет готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. В полной мере владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p>

ПК.1

Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.2 Выбирает и использует технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации, готовит объекты исследования</p>	<p>Знает экспериментальные возможности имеющихся методов и приборов для исследований. Способен готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Владеет методиками проведения металлографических и электронномикроскопических исследований</p>	<p>Неудовлетворител Не знает экспериментальные возможности имеющихся методов и приборов для исследований. Не способен готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Не владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p> <p>Удовлетворительн Имеет представление об экспериментальных возможностях имеющихся методов и приборов для исследований. Способен готовить простые объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Частично владеет операциями шлифовки,</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Удовлетворительн полировки, травления.</p> <p>Хорошо Имеет устойчивые, но содержащие отдельные пробелы знания об экспериментальных возможностях имеющихся методов и приборов для исследований. Способен готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. Владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p> <p>Отлично Знает техническое устройство и экспериментальные возможности оптических и электронных микроскопов в объеме, достаточном для решения практических задач. Способен самостоятельно выбрать и использовать аппаратуру для выполнения металлографических микроструктурных исследований. Умеет готовить объекты исследования (металлографические шлифы, образцы для электронномикроскопических исследований. В полной мере владеет операциями шлифовки, полировки, травления.</p>

ПК.2

Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.1 Осуществляет научно-исследовательские разработки по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике с использованием современной аппаратуры,</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принцип действия, назначение и условия работы приборов и оборудования для исследования структуры и элементного состава материалов; • теоретические основы рентгеноструктурного анализа для интерпретации экспериментальных результатов. 	<p>Неудовлетворител</p> <p>Не знает теоретических основ рентгеноструктурного анализа, принцип действия, назначение и условия работы приборов и оборудования для исследования структуры и элементного состава материалов.</p> <p>Не умеет пользоваться теоретическими основами кристаллохимии и кристаллографии для описания результатов рентгеноструктурного анализа и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
синтезирует (анализирует) вещества различной природы	<ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы обработки дифрактограмм. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулировать задачи рентгеноструктурного фазового анализа; • пользоваться теоретическими основами кристаллохимии и кристаллографии для описания результатов рентгеноструктурного анализа; • получать и интерпретировать данные о составе и структуре кристаллических материалов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами расчета и расшифровки дифрактограмм, • методами оценки степени достоверности экспериментальных результатов. 	<p>Неудовлетворител</p> <p>интерпретировать данные рентгеноструктурного фазового анализа. Не владеет методами расчета и расшифровки дифрактограмм.</p> <p>Удовлетворительн</p> <p>Имеет не структурированные знания об основах рентгеноструктурного анализа как метода исследования кристаллических материалов. Не может в полной мере пользоваться теоретическими основами кристаллохимии и кристаллографии для интерпретации результатов рентгеноструктурного анализа. Совершает ошибки при расчете и расшифровке дифрактограмм.</p> <p>Хорошо</p> <p>Знает теоретические основы рентгеноструктурного анализа для интерпретации экспериментальных результатов, принцип действия, назначение и условия работы приборов и оборудования для исследования структуры и элементного состава материалов. Владеет методами расчета и расшифровки дифрактограмм, а также может оценивать степень достоверности экспериментальных результатов. Допускает ошибки при расшифровке данных рентгеноструктурного фазового анализа.</p> <p>Отлично</p> <p>Знает теоретические основы рентгеноструктурного анализа для интерпретации экспериментальных результатов, принцип действия, назначение и условия работы приборов и оборудования для исследования структуры и элементного состава материалов. Умеет формулировать задачи, получать и интерпретировать данные рентгеноструктурного фазового анализа Владеет методами расчета и расшифровки дифрактограмм, а также может оценивать степень достоверности экспериментальных</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично результатов.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

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
ПК.1.2 Выбирает и использует технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации, готовит объекты исследования ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	Трансмиссионная электронная микроскопия. Дифракция электронов. Получение ТЭМ-изображения. Устройство ТЭМ. Подготовка образцов и получаемая информация. Письменное контрольное мероприятие	Знание особенностей структуры и микроструктуры металлов и сплавов, иерархии дефектов строения металлов, теоретических основ методов металлографии и электронной микроскопии, Умение выбрать соответствующий метод исследования, пользоваться приборами и методиками исследований и подготовки образцов.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 Выбирает и использует технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации, готовит объекты исследования	Сканирующая электронная микроскопия. Визуализация вторичных электронов и электронов обратного рассеяния. Получение СЭМ-изображения. Устройство СЭМ. Подготовка образцов и получаемая информация. Фрактография. Микрорентгеноспектральный анализ. Защищаемое контрольное мероприятие	Умение пользоваться приборами для металлографических, электронномикроскопических исследований, рентгенофазового анализа. Владение методиками подготовки и проведения экспериментов, обработки получаемых результатов.
ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	Итоговый контроль Письменное контрольное мероприятие	Знание теоретических основ физических методов, используемых в химическом материаловедении (методов металлографии, электронной микроскопии, спектроскопии, рентгеновского микроанализа). Умение выбрать соответствующий метод исследования, пользоваться приборами и методиками. Владеет методиками выполнения экспериментов при использовании физических методах исследования.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Трансмиссионная электронная микроскопия. Дифракция электронов. Получение ТЭМ-изображения. Устройство ТЭМ. Подготовка образцов и получаемая информация.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Тест, состоящий из 30 вопросов по оптической, электронной микроскопии, электронной спектроскопии. Оценивается по 1 баллу за каждый правильный и точный ответ, по 0,5 балла за правильный ответ, содержащий отдельные неточности, 0 баллов за неправильный ответ или за отсутствие ответа на вопрос.	30

Сканирующая электронная микроскопия. Визуализация вторичных электронов и

**электронов обратного рассеяния. Получение СЭМ-изображения. Устройство СЭМ.
Подготовка образцов и получаемая информация. Фрактография.
Микрорентгеноспектральный анализ.**

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

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

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильное и точное выполнение лабораторной работы по металлографическим и электронномикроскопическим исследованиям с корректными выводами и оформлением результатов. 4 работы по 6 баллов за каждую работу.	24
Правильный и точный ответ на дополнительные вопросы по теме выполненной лабораторной работы. Всего 6 вопросов по 1 баллу за каждый правильный ответ.	6

Итоговый контроль

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Тест, состоящий из 20 вопросов по оптической, электронной микроскопии, электронной спектроскопии. Оценивается по 2 балла за каждый правильный и точный ответ, по 1 баллу за правильный ответ, содержащий отдельные неточности, 0 баллов за неправильный ответ или за отсутствие ответа на вопрос.	40

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
----------------------------	----------------------------------	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	Рентгеновские дифрактометры. Виды съемки и типы фокусировки. Письменное контрольное мероприятие	Знание общих представлений о методах рентгеноструктурного анализа, источниках рентгеновского излучения. Умение оценивать влияние различных параметров на спектры рентгеновского излучения.
ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	Качественный и количественный рентгенофазовый анализ. Защищаемое контрольное мероприятие	Знание методов расчета и расшифровки дифрактограмм, умение расшифровывать дифрактограммы и оценивать степень достоверности экспериментальных результатов.
ПК.2.1 Осуществляет научно-исследовательские разработки по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике с использованием современной аппаратуры, синтезирует (анализирует) вещества различной природы ОПК.5.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знание теоретических основ рентгеноструктурного анализа, умение расшифровывать дифрактограммы.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Рентгеновские дифрактометры. Виды съемки и типы фокусировки.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Тестовые задания с генерацией ответа (15 вопросов по 2 балла за правильный ответ)	30

Качественный и количественный рентгенофазовый анализ.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение трех лабораторных работ, оформление отчета по выполненным работам	13
Ответы на вопросы, касающиеся выполнения лабораторных работ, используемых методов расчета, техники эксперимента. 3 вопроса по 3 балла.	9
Соответствие полученных результатов в ходе выполнения лабораторных работ заданным значениям, точная и лаконичная формулировка выводов.	8

Итоговое контрольное мероприятие

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на теоретические вопросы. 10 вопросов по 3 балла.	30
Решение двух расчетных задач. 2 задачи по 5 баллов.	10