

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Шеин Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
Код УМК 85085

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 вариативную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия  
направленность Программа широкого профиля

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

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

**04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.2** владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования

**ОПК.6** готовность к участию в проведении научных исследований

**ПК.1** владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам

**ПК.8** способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	9
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	2
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	72
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	30
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (9 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Физические методы исследования**

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

## **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. 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>
4. Физические методы в исследованиях осаждения и коррозии металлов : учебное пособие / С. С. Виноградова, Р. А. Кайдриков, А. Н. Макарова, Б. Л. Журавлев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-1505-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62332.html>
5. 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>
6. 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. Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров: [Учеб. пособие] / Под ред. И. В. Яминского. - М.: Науч. мир, 1997, ISBN 5-89176-031-2. - 88.
2. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э. Ф. Вознесенский, Ф. С. Шарифуллин, И. Ш. Абдуллин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 184 с. — ISBN 978-5-7882-1545-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/61986.html>

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

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://www.scopus.com> Научная электронная библиотека

## 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](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

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. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. 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, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная 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 и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>знать современные методы исследования структуры и химического состава материалов, уметь применять их в практических целях, владеть навыками работы на современной аппаратуре для структурных исследований</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний теории физических методов исследования материалов, устройства и принципов работы приборов (микроскопы, спектроскопические приборы), умения работать на приборах в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, владения методиками структурных исследований</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Фрагментарные, но не структурированные знания теории физических методов исследования материалов, устройства и принципов работы приборов (микроскопы, спектроскопические приборы), неустойчивое умение работать на приборах в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, слабое владение методиками структурных исследований</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теории физических методов исследования материалов, устройства и принципов работы приборов (микроскопы, спектроскопические приборы), умение работать на приборах в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методиками структурных исследований</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Сформированные систематические знания теории физических методов исследования материалов, устройства и принципов работы</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>приборов ( микроскопы, спектроскопические приборы), сформированное умение работать на приборах в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач, успешное владение методиками структурных исследований</p>
<p><b>ОПК.6</b> готовность к участию в проведении научных исследований</p>	<p>знать теорию и основные принципы использования физических методов исследований в химическом материаловедении, методики работы на приборах, владеть методологией организации и проведения научно-исследовательской работы</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Отсутствие знаний теории и основных принципов использования физических методов исследований в химическом материаловедении, методики работы на приборах, отсутствие владения методологией организации и проведения научно-исследовательской работы</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных принципов использования физических методов исследований в химическом материаловедении, методики работы на приборах, слабое владение методологией организации и проведения научно-исследовательской работы</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы основных принципов использования физических методов исследований в химическом материаловедении, методики работы на приборах, владение методологией организации и проведения научно-исследовательской работы</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания основных принципов использования физических методов исследований в химическом материаловедении, методики работы на приборах, устойчивое владение методологией организации и проведения научно-исследовательской работы</p>
<p><b>ПК.8</b> способность проводить научные исследования по сформулированной</p>	<p>уметь проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, не</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>прикладные результаты, владеть навыками работы на микроскопах различных типов</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> владеет навыками работы на микроскопах различных типов</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Общее, но не устойчивое умение проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, частично сформированное владение навыками работы на микроскопах различных типов</p> <p><b>Хорошо</b> Общее, в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, сформированное владение навыками работы на микроскопах различных типов</p> <p><b>Отлично</b> Сформированное, систематическое, успешное умение проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, сформированное, устойчивое владение навыками работы на микроскопах различных типов</p>
<p><b>ПК.8</b> способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>знать методики структурных исследований и уметь ими пользоваться при решении практических задач</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний методики структурных исследований и умений ими пользоваться при решении практических задач</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Общие, но не структурированные знания методики структурных исследований и умение ими пользоваться при решении практических задач</p> <p><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методики структурных исследований, в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение ими пользоваться при решении практических задач</p> <p><b>Отлично</b> Сформированные систематические знания методики структурных исследований,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>успешное систематическое умение ими пользоваться при решении практических задач</p>
<p><b>ПК.8</b> способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>уметь проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, владеть навыками работы на микроскопах различных типов</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, не владеет навыками работы на микроскопах различных типов</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общее, но не устойчивое умение проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, частично сформированное владение навыками работы на микроскопах различных типов</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Общее, в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, сформированное владение навыками работы на микроскопах различных типов</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированное, систематическое, успешное умение проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты, сформированное, устойчивое владение навыками работы на микроскопах различных типов</p>
<p><b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>знать современные физические методы исследований и анализа данных в химии и уметь ими пользоваться в материаловедении</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Отсутствие знаний современных физических методов исследований и анализа данных в химии и умений ими пользоваться в материаловедении</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания современных физических методов исследований и анализа данных в химии и умений ими пользоваться в</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b> материаловедении</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных физических методов исследований и анализа данных в химии и умений ими пользоваться в материаловедении</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b> Сформированные систематические знания современных физических методов исследований и анализа данных в химии и умений ими пользоваться в материаловедении</p>
<p><b>ПК.1</b> владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p>	<p>Знать основы планирования экспериментов в области использования физических методов исследования в химии, уметь выполнять стандартные исследования с применением методов оптической и электронной микроскопии, владеть навыками планирования и проведения экспериментов при исследовании структуры металлов и сплавов</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b> Не знает основ планирования экспериментов в области использования физических методов исследования в химии, не умеет выполнять стандартные исследования с применением методов оптической и электронной микроскопии, не владеет навыками планирования и проведения экспериментов при исследовании структуры металлов и сплавов</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b> Имеет отрывочные знания основ планирования экспериментов в области использования физических методов исследования в химии, имеет представление о выполнении стандартных исследований с применением методов оптической и электронной микроскопии, слабо владеет навыками планирования и проведения экспериментов при исследовании структуры металлов и сплавов</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b> Имеет базовые знания основ планирования экспериментов в области использования физических методов исследования в химии, умеет выполнять стандартные исследования с применением методов оптической и электронной микроскопии, владеет некоторыми навыками планирования и</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> проведения экспериментов при исследовании структуры металлов и сплавов
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> Имеет устойчивые, сформированные знания основ планирования экспериментов в области использования физических методов исследования в химии, умеет выполнять стандартные исследования с применением методов оптической и электронной микроскопии, в полной мере владеет навыками планирования и проведения экспериментов при исследовании структуры металлов и сплавов

## 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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.6</b> готовность к участию в проведении научных исследований <b>ПК.8</b> способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	Сканирующая электронная микроскопия. Визуализация вторичных электронов и электронов обратного рассеяния. Получение СЭМ-изображения. Устройство СЭМ. Подготовка образцов и получаемая информация. Фрактография. Микрорентгеноспектральный анализ. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать физические явления, лежащие в основе методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов, покрытий и процессов в них, классификацию методов по этим явлениям; принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследований и испытаний; уметь использовать практические возможности методов и используемой аппаратуры в исследовании и контроле состава, структуры и свойств материалов и покрытий, явлений и процессов в них на различных стадиях получения, обработки, переработки и эксплуатации.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p> <p><b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>Сканирующие зондовые методы. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Устройство приборов и получаемая информация.</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать теорию физических явлений, лежащие в основе зондовых методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов, принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследований и испытаний; уметь применять данные методы в химических исследованиях</p>
<p><b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p><b>ОПК.6</b> готовность к участию в проведении научных исследований</p> <p><b>ПК.8</b> способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>Методы электронной спектроскопии. Общий обзор. Оже-электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия нейтрализации ионов. Дифракция медленных электронов.</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать теорию физических явлений, лежащие в основе спектроскопических методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов, принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследований и испытаний; уметь применять данные методы в химических исследованиях</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

**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: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
------------------------------	--------------

Правильно отвечает на вопросы теста по теории физических методов исследования (1 балл за 1 правильный ответ на вопрос теста)	10
Правильно рисует блок-схемы приборов для исследований	10
Знает физические явления, лежащие в основе методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов, и свойств материалов и покрытий, явлений и процессов в них на различных стадиях получения, обработки, переработки и эксплуатации	5
Знает принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследований и испытаний	5

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

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

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

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

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает теорию физических явлений, лежащих в основе зондовых методов исследования	10
Знает принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследования	10
Умеет обосновать применение метода электронного зонда в химических исследованиях, приводит конкретные примеры	3
Умеет обосновать применение атомно-силового микроскопа в химических исследованиях, приводит конкретные примеры	3
Способен обосновать различие в работе контактных, полуконтактных и бесконтактных микроскопов	3
Правильно отвечает на дополнительный вопрос по теме	1

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

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

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает теорию физических явлений, лежащие в основе спектроскопических методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов	10
Знает принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследований и испытаний	10
Может изобразить и прокомментировать диаграмму Пропста	7
Способен классифицировать различные физические методы исследований и может выбрать соответствующий метод для решения конкретной материаловедческой задачи	7

Приводит конкретные примеры использования спектроскопических методов в структурных и химических исследованиях
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6
---