



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиал в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
18.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство)

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	4
Семестр	7

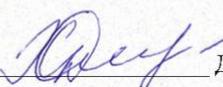
Магнитогорск  
2020 год

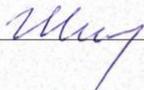
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации  
10.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк  
18.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры МиС,  С.Г. Шишкова

Рецензент:  
Нач. ИТО АО БМК «Мечел»,  Л.Э.Пыхов

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» являются

- получение знаний о методах исследования материалов и процессов;
- получение практических навыков работы на исследовательском оборудовании

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Методы исследований материалов и процессов входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Материаловедение

Физика

Физическая химия

Метрология, стандартизация и сертификация

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы исследований материалов и процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	
Знать	- классификацию основных методов исследований материалов; - основы просвечивающей, сканирующей электронной и зондовой микроскопии
Уметь	- выбрать метод исследования для определения параметров материалов при решении конкретной практической задачи; - модернизировать методики получения и обработки экспериментальных данных; - выбирать и использовать методы и оборудование для анализа физико-механических свойств новых материалов и изделий из них
Владеть	- практическими навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований, рационального определения условий и диапазона экспериментов, обработки, систематизации и анализа полученных результатов
ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания	
Знать	Методы изучения физико-химических процессов, физических, химических свойств и эксплуатационных характеристик материалов, устройств, приборов и изделий на их основе
Уметь	Применять дифракционные, спектроскопические, резонансные и другие методы при исследовании материалов

Владеть	Практическими навыками использования элементов методов исследования материалов и процессов на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике
---------	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 59,7 академических часов;
- аудиторная – 56 академических часов;
- внеаудиторная – 3,7 академических часов
- самостоятельная работа – 48,6 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1.								
1.1 Классификация материалов и особенности исследования различных материалов	7	4	2		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций. Подготовка доклада	Доклад	ПК-2, ОПК-1
1.2 Оптическая, просвечивающая и сканирующая (растровая) электронная, сканирующая зондовая микроскопия		8	4		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ, устный опрос	ПК-2, ОПК-1
1.3 Методы определения размеров структурных элементов		2	6		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ, устный опрос	ПК-2, ОПК-1
1.4 Рентгеновские методы исследования		4	2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ, устный опрос	ПК-2, ОПК-1

1.5 Испытания механических свойств		4	10		12	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ, устный опрос	
1.6 Термические методы исследования материалов		4	2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ, устный опрос	ПК-2, ОПК-1
1.7 Неразрушающие методы контроля		2	2		10,6	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, написание реферата	Реферат	ПК-2, ОПК-1
Итого по разделу		28	28		48,6			
Итого за семестр		28	28		48,6		экзамен	
Итого по дисциплине		28	28		48,6		экзамен	ПК-2, ОПК-1

## **5 Образовательные технологии**

Для лучшего усвоения студентами знаний по дисциплине «Методы исследования материалов и процессов» применяются традиционная и компетентностно-модульная технологии обучения, включающие в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, выполнение лабораторных работ по методическим указаниям и т.п.

Лекции проходят в традиционной форме, на таких лекциях дается первое целостное представление об учебном предмете, и с применением информационно-коммуникационных образовательных технологий с применением иллюстративных, графических и видеоматериалов

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ с использованием традиционного метода обучения, на которых выполняется экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов, позволяющая усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям, написание реферата, подготовку к контрольным работам и итоговому экзамену по дисциплине

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 226 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-05475-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/439014> (дата обращения: 24.09.2020).

2. Суворов, Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : учебное пособие для академического бакалавриата / Э. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06011-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/438493> (дата обращения: 24.09.2020).

3. Быков, С. Ю. Испытания материалов: учебное пособие / С. Ю. Быков, А. Г. Схиртладзе. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2018. - 120 с. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/946774> (дата обращения: 28.10.2019). - Текст : электронный.

4. Зоткин, В. Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении : учебник / В. Е. Зоткин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2019. — 320 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/992048> (дата обращения: 28.10.2019). — Текст : электронный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Механические свойства металлов : статические испытания : учебное пособие

/ В. С. Золоторевский, В. К. Портной, А. Н. Солонин, А. С. Просвирыков. — Москва : МИСИС, 2013. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117123> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Беломытцев, М. Ю. Механические свойства металлов : учебное пособие / М. Ю. Беломытцев, А. В. Кудря. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 3 : Вязкость. Разрушение. Лабораторный практикум — 2008. — 85 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1831> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей.

3. Бублик, В. Т. Методы исследования материалов и структур в электронике. Рентгеновская дифракционная микроскопия : учебное пособие / В. Т. Бублик, А. М. Мильвидский. — Москва : МИСИС, 2006. — 93 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117093> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/555> (дата обращения: 28.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие / В. В. Носов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-1269-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90152> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. РАН. Институт физики микроструктур. Нижний Новгород, 2004. — 114 с. [http://window.edu.ru/resource/535/73535/files/mironov\\_book.pdf](http://window.edu.ru/resource/535/73535/files/mironov_book.pdf)

#### **в) Методические указания:**

1. Материаловедение. Часть 1 [Электронный ресурс]/ Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, Н.Н. Ильина. Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2019.1 CD-ROM. Загл. с экрана. <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3966.pdf&show=dcatalogues/1/1532467/3966.pdf&view=true> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микро-скопа: Метод. указ. / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, М.П. Барышников. Магнитогорск, 2011. 6 с.

3. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, А.Е. Гулин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 41 с.

4. Изучение устройства и принципов работы стереомикроскопа: метод. указ. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 10 с.

5. Количественный анализ доли вязкой составляющей излома: метод. указ. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 6 с.

6. Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указ. / Ю.Ю. Ефимова, О.А. Никитенко, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 9 с.

7. Определение количественных характеристик микроструктуры с помощью компьютерной системы анализа изображений Thixomet PRO: лабораторный практикум. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 29 с.

8. Определение механических свойств металла и построение кривых упрочнения по диаграмме растяжения: метод. указ. / В.Г. Дорогобид. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2008. 49 с.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Методы исследования материалов и процессов.»**

Самостоятельная работа способствует формированию у обучающихся навыков работы с литературой, развитию умственного труда и поискам в приобретении новых знаний. Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала. Отсюда следует, что без серьезной систематической самостоятельной работы получить требуемую подготовку к промежуточной аттестации невозможно. Освоение программы курса предполагает, что на самостоятельное изучение дисциплины студент должен предусматривать в среднем по четыре часа в неделю на протяжении всего семестра.

Для лучшего усвоения изложенного материала, необходимо повторение материала, пройденного ранее.

Также необходимо готовиться к выборочному опросу, результаты которого влияют на окончательную оценку по дисциплине.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если обучающийся приступает к работе без четкого представления о теории изучаемого вопроса, он не может «узнать в лицо» физическое явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных помех, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Этому этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучается темы, еще не прочитанные на лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Для облегчения подготовки к сдаче теоретического материала полезно ответить на контрольные вопросы, сформулированные в методическом описании.

Выполнение лабораторных работ осуществляется группами. Каждому студенту в группе выдается индивидуальное задание. В конце проведения работы результаты обобщаются в виде таблиц, графиков, зарисовываются изученные микроструктуры.

Для повышения эффективности самостоятельной работы необходимо грамотно распланировать время. Поэтому необходимо точно определите свою цель. Если с самого начала вы определите «пункт назначения», естественно вы достигните его намного быстрее.

Сосредоточьтесь на главном: возьмите листок бумаги и запишите на нем в порядке важности самые срочные дела и не приступайте к следующему, пока не закончите предыдущее.

Придумывайте себе мотивации, необходимо превратить свои занятия из «надо» в «хочется». Установите твердые сроки, причем сроки должны быть реальными. Не откладывайте запланированное дело со дня на день. Приступайте к делу сразу же. Используйте время полностью. Всегда есть возможность намного увеличить свое производительное время, полнее его используя.

Анализ учебной литературы позволил выявить, что на уровне высшего образования успешное обучение невозможно без наличия определенного уровня

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Оснащение: Наборы слайдов к лекциям в формате Power Point, мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория металлографии. Оснащение: Иллюстрационный материал в виде планшетов, чертежей  
Микроскопы МИМ-7;

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория термической обработки. Оснащение: Иллюстрационный материал в виде планшетов, чертежей ; Печи термические

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для проведения лабораторных работ: лаборатория механических испытаний. Оснащение: Иллюстрационный материал в виде планшетов, чертежей

- Маятниковый копер
- Твердомер HR – 150А

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: компьютерный класс; читальный зал библиотеки Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Оснащение: Стол рабочий для обслуживания оборудования, шкафы для хранения З и П и документации; З и П для ремонта и обслуживания оборудования

## Приложение 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

#### ТЕМА: «Оптическая микроскопия»

##### **1. В световой микроскопии для исследования объекта применяется**

1. пучок света
2. электронный пучок
3. ионный пучок

##### **2. Разрешающая способность – это**

1. максимальное расстояние, на котором два точечных объекта воспринимаются как две отдельных друг от друга точки
2. минимальное расстояние, на котором два точечных объекта воспринимаются как две отдельных друг от друга точки
3. это расстояние, на котором два точечных объекта воспринимаются как одна точка

##### **3. Для исследования структуры полупрозрачных и прозрачных объектов применяются**

1. микроскопы отраженного света
2. микроскопы проходящего света
3. стереомикроскопы

##### **4. Для исследования структуры металлических и не прозрачных образцов**

**применяются**

1. микроскопы отраженного света
2. микроскопы проходящего света
3. стереомикроскопы

**5. Для исследования строения изломов применяются**

1. микроскопы отраженного света
2. микроскопы проходящего света
3. стереомикроскопы

**6. Что ограничивает максимальное увеличение светового микроскопа?**

1. качество линз микроскопа – объектив и окуляр
2. количество линз микроскопа
3. длина волны света

**7. Флуоресцентная микроскопия – это**

- 1 метод получения увеличенного изображения с использованием люминесценции возбуждённых атомов и молекул образца
2. метод, в котором на объекте одновременно засвечивается только одна точка, ограниченная дифракционным пределом
3. метод, основанный на взаимодействии монохроматического излучения с веществом, сопровождающийся изменением энергии рассеянного излучения по сравнению с энергией падающего на объект излучения
4. метод, при котором происходит подавление спонтанного излучения на периферии пятна люминесценции, за счет вынужденного излучения

**8. Конфокальная микроскопия – это**

- 1 метод получения увеличенного изображения с использованием люминесценции возбуждённых атомов и молекул образца
2. метод, в котором на объекте одновременно засвечивается только одна точка, ограниченная дифракционным пределом
3. метод, основанный на взаимодействии монохроматического излучения с веществом, сопровождающийся изменением энергии рассеянного излучения по сравнению с энергией падающего на объект излучения
4. метод, при котором происходит подавление спонтанного излучения на периферии пятна люминесценции, за счет вынужденного излучения

**9. Спектроскопия комбинационного рассеяния – это**

- 1 метод получения увеличенного изображения с использованием люминесценции возбуждённых атомов и молекул образца
2. метод, в котором на объекте одновременно засвечивается только одна точка, ограниченная дифракционным пределом
3. метод, основанный на взаимодействии монохроматического излучения с веществом, сопровождающийся изменением энергии рассеянного излучения по сравнению с энергией падающего на объект излучения
4. метод, при котором происходит подавление спонтанного излучения на периферии пятна люминесценции, за счет вынужденного излучения

**10. STED-микроскопия – это**

- 1 метод получения увеличенного изображения с использованием люминесценции возбуждённых атомов и молекул образца
2. метод, в котором на объекте одновременно засвечивается только одна точка,

ограниченная дифракционным пределом

3. метод, основанный на взаимодействии монохроматического излучения с веществом, сопровождающийся изменением энергии рассеянного излучения по сравнению с энергией падающего на объект излучения

4. метод, при котором происходит подавление спонтанного излучения на периферии пятна люминесценции, за счет вынужденного излучения

### **ТЕМА: «Электронная микроскопия»**

#### **1. Электронная микроскопия – это**

1. совокупность электронно-зондовых методов исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и микрополей с помощью электронного пучка

2. исследование морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела с высоким пространственным разрешением с помощью специальным образом подготовленных зондов в виде игл

3. исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава с помощью приборов оснащенных современной электроникой

#### **2. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ) – это**

1. прибор, позволяющий получать изображения поверхности образца с большим разрешением

2. прибор, в котором электронный луч пропускается через ультратонкий образец, при этом взаимодействуя с ним

3. микроскоп, в котором изображение формируется потоком частиц, испускаемых поверхностью объекта при нагревании, наложении сильного электрического поля

#### **3. Растровый электронный микроскоп (РЭМ) – это**

1. прибор, позволяющий получать изображения поверхности образца с большим разрешением

2. прибор, в котором электронный луч пропускается через ультратонкий образец, при этом взаимодействуя с ним

3. микроскоп, в котором изображение формируется потоком частиц, испускаемых поверхностью объекта при нагревании, наложении сильного электрического поля

#### **4. Что является объектом исследования в ПЭМ?**

1. микрошлиф

2. реплика

3. металлическая фольга

4. объект с сильно развитым рельефом

#### **5. Что является объектом исследования в РЭМ?**

1. микрошлиф

2. реплика

3. металлическая фольга

4. объект с сильно развитым рельефом

#### **6. Косвенный метод электронномикроскопических исследований металлов и сплавов в ПЭМ проводят**

1. на металлических фольгах

2. на репликах

3. на изломах

#### **7. Прямой метод электронномикроскопических исследований металлов и сплавов в**

### **ПЭМ проводят**

1. на металлических фольгах
2. на репликах
3. на изломах

### **8. Исследование распределение и плотности дислокаций возможно**

1. с помощью просвечивающего электронного микроскопа
2. с помощью растрового электронного микроскопа
3. с помощью светового микроскопа

### **9. Проведение фраактографических исследований возможно**

1. с помощью просвечивающего электронного микроскопа
2. с помощью растрового электронного микроскопа
3. с помощью светового микроскопа

### **10. Фокусирование пучка электронов в электронных микроскопах осуществляется с помощью**

1. оптических линз
2. электромагнитными линзами

### **11. Разрешающая способность ПЭМ составляет**

1. 1,5-10 нм
2. 0,2-1,0 нм
3. 0,2 мм

### **12. Разрешающая способность РЭМ составляет**

1. 1,5-10 нм
2. 0,2-1,0 нм
3. 0,2 мм

### **13. Какие электроны обладают большей разрешающей способностью для получения изображения поверхности образца с помощью РЭМ?**

1. вторичные
2. отраженные
3. поглощенные

## **ТЕМА: «Сканирующая зондовая микроскопия»**

### **1. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) – это**

1. совокупность электронно-зондовых методов исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и микрополей с помощью электронного пучка
2. исследование морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела с высоким пространственным разрешением с помощью специальным образом подготовленных зондов в виде игл
3. исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава с помощью приборов оснащенных современной электроникой

### **2. Исследование микрорельефа поверхности и ее локальных свойств в СЗМ проводится с помощью**

1. пучка света
2. электронного зонда
3. зонда в виде иглы

### **3. Сканирующий туннельный микроскоп – это**

1. микроскоп, принцип работы которого основан на регистрации силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом
2. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется электрическое взаимодействие между зондом и образцом
3. микроскоп, принцип работы которого основан на явлении туннелирования электронов через узкий потенциальный барьер между металлическим зондом и проводящим образцом во внешнем электрическом поле
4. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется магнитное взаимодействие между зондом и образцом

### **4. Атомно-силовой микроскоп – это**

1. микроскоп, принцип работы которого основан на регистрации силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом
2. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется электрическое взаимодействие между зондом и образцом
3. микроскоп, принцип работы которого основан на явлении туннелирования электронов через узкий потенциальный барьер между металлическим зондом и проводящим образцом во внешнем электрическом поле
4. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется магнитное взаимодействие между зондом и образцом

### **5. Электросиловой микроскоп – это**

1. микроскоп, принцип работы которого основан на регистрации силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом
2. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется электрическое взаимодействие между зондом и образцом
3. микроскоп, принцип работы которого основан на явлении туннелирования электронов через узкий потенциальный барьер между металлическим зондом и проводящим образцом во внешнем электрическом поле
4. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется магнитное взаимодействие между зондом и образцом

### **6. Магнитно-силовой микроскоп – это**

1. микроскоп, принцип работы которого основан на регистрации силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом
2. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется электрическое взаимодействие между зондом и образцом
3. микроскоп, принцип работы которого основан на явлении туннелирования электронов через узкий потенциальный барьер между металлическим зондом и проводящим образцом во внешнем электрическом поле
4. микроскоп, в котором для получения информации о свойствах поверхности используется магнитное взаимодействие между зондом и образцом

### **7. Изображение рельефа поверхности в сканирующем туннельном микроскопе при исследовании образца с микрорельефом формируется**

1. методом постоянного туннельного тока
2. методом постоянной высоты
3. методом постоянной силы

### **8. Изображение рельефа поверхности в сканирующем туннельном микроскопе при исследовании образца с атомарно гладкой поверхностью формируется**

1. методом постоянного туннельного тока

2. методом постоянной высоты
3. методом постоянной силы

### **9. В сканирующих туннельных микроскопах используются зонды, изготовленные методом**

1. электрохимического травления вольфрамовой проволоки
2. перерезанием тонкой проволоки с помощью обыкновенных ножниц
3. тонкой заточки

### **10. Контактный режим работы атомно-силового микроскопа – это**

1. расстояние от иглы кантилевера до образца составляет порядка нескольких десятых нанометра
2. кантилевер с помощью пьезокристалла колеблется над изучаемой поверхностью с амплитудой  $\sim 2$  нм
3. игла кантилевера в нижней точке своих колебаний слегка касается поверхности образца

### **11. Бесконтактный режим работы атомно-силового микроскопа – это**

1. расстояние от иглы кантилевера до образца составляет порядка нескольких десятых нанометра
2. кантилевер с помощью пьезокристалла колеблется над изучаемой поверхностью с амплитудой  $\sim 2$  нм
3. игла кантилевера в нижней точке своих колебаний слегка касается поверхности образца

### **12. Полуконтактный режим работы атомно-силового микроскопа – это**

1. расстояние от иглы кантилевера до образца составляет порядка нескольких десятых нанометра
2. кантилевер с помощью пьезокристалла колеблется над изучаемой поверхностью с амплитудой  $\sim 2$  нм
3. игла кантилевера в нижней точке своих колебаний слегка касается поверхности образца

### **13. Для исследования диэлектрических свойств образцов в электросиловом микроскопе применяется**

1. однопроходная методика – фиксируются изменения амплитуды колебаний кантилевера, которые связаны с изменением емкости системы зонд-образец вследствие изменения диэлектрических свойств образца
2. двухпроходная методика: первый проход – снимается изображение рельефа поверхности образца, второй проход – фиксируются изменения амплитуды колебаний кантилевера, которые связаны с изменением емкости системы зонд-образец вследствие изменения диэлектрических свойств образца
3. двухпроходная методика: первый проход – фиксируются изменения амплитуды колебаний кантилевера, которые связаны с изменением емкости системы зонд-образец вследствие изменения диэлектрических свойств образца, второй проход – снимается изображение рельефа поверхности образца

### **14. Магнито-силовое изображение поверхности образцов, имеющих слабо развитый рельеф поверхности, формируется**

1. по методу постоянной высоты, при этом фиксируется величина изгиба кантилевера, за счет силы магнитного взаимодействия зонда с образцом
2. по двухпроходной методике: первый проход – снимается изображение рельефа поверхности образца, второй проход – фиксируются изменения изгиба кантилевера связанные с неоднородностью магнитных сил, действующих на зонд со стороны образца
3. по двухпроходной методике: первый проход – фиксируются изменения изгиба кантилевера связанные с неоднородностью магнитных сил, действующих на зонд со

стороны образца, второй проход – снимается изображение рельефа поверхности образца

#### **15. Магнито-силовое изображение поверхности образцов, имеющих с сильно развитым рельефом поверхности, формируется**

1. по методу постоянной высоты, при этом фиксируется величина изгиба кантилевера, за счет силы магнитного взаимодействия зонда с образцом
2. по двухпроходной методике: первый проход – снимается изображение рельефа поверхности образца, второй проход – фиксируются изменения изгиба кантилевера связанные с неоднородностью магнитных сил, действующих на зонд со стороны образца
3. по двухпроходной методике: первый проход – фиксируются изменения изгиба кантилевера связанные с неоднородностью магнитных сил, действующих на зонд со стороны образца, второй проход – снимается изображение рельефа поверхности образца

#### **16. Зонд для магнито-силового микроскопа представляет собой**

1. игла зонда покрыта слоем ферромагнитного материала
2. игла зонда покрыта слоем токопроводящее покрытие
3. игла зонда изготовлена из вольфрамовой проволоки

#### **17. Зонд для электросилового микроскопа представляет собой**

1. игла зонда покрыта слоем ферромагнитного материала
2. игла зонда покрыта слоем токопроводящее покрытие
3. игла зонда изготовлена из вольфрамовой проволоки

#### **18. Зондовая литография – это**

1. получение оттиска с совершенно гладкой поверхности с помощью краски
2. создание на поверхности образца заранее заданных структур с нанометровым уровнем пространственного разрешения при повышенном уровне взаимодействия между зондом и образцом
3. вид печатной графики, обычно относимый к гравюре (хотя приемы гравирования в нем отсутствуют), при котором изображение печатается с плоской поверхности камня

### **ТЕМА: «Рентгеновские методы исследования»**

#### **1. Рентгеновские лучи – это**

1. электромагнитные волны в диапазоне от 0,1 до 1 Å
2. электромагнитные волны в диапазоне от 100 до 0,01 Å
3. инфракрасные волны

#### **2. Сплошной рентгеновский спектр возникает**

1. в результате торможения ускоренных электронов электростатическим полем атомного ядра и атомных электронов вещества анода
2. при выбивании электрона одного из внутренних слоёв атома с последующим переходом на освободившуюся орбиту электрона с какого-либо внешнего слоя
3. излучением, которое испускают атомы

#### **3. Характеристический рентгеновский спектр возникает**

1. в результате торможения ускоренных электронов электростатическим полем атомного ядра и атомных электронов вещества анода
2. при выбивании электрона одного из внутренних слоёв атома с последующим переходом на освободившуюся орбиту электрона с какого-либо внешнего слоя
3. излучением, которое испускают атомы

#### **4. Рентгеноструктурный анализ – это**

1. метод, использующий рентгеновские спектры элементов для химического анализа веществ
2. методы исследования структуры вещества по распределению в пространстве и интенсивностям рассеянного на анализируемом объекте рентгеновского излучения
3. совокупность методов качественного и количественного определения состава объекта, основанная на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, включая спектры электромагнитного излучения, акустических волн, распределения по массам и энергиям элементарных частиц

#### **5. Рентгеноспектральный анализ – это**

1. метод, использующий рентгеновские спектры элементов для химического анализа веществ
2. методы исследования структуры вещества по распределению в пространстве и интенсивностям рассеянного на анализируемом объекте рентгеновского излучения
3. совокупность методов качественного и количественного определения состава объекта, основанная на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, включая спектры электромагнитного излучения, акустических волн, распределения по массам и энергиям элементарных частиц

#### **6. В рентгеноструктурном анализе применяется**

1. только сплошной рентгеновский спектр
2. только характеристический рентгеновский спектр
3. сплошной и характеристический рентгеновские спектры

#### **7. В рентгеноспектральном анализе применяется**

1. только сплошной рентгеновский спектр
2. только характеристический рентгеновский спектр
3. сплошной и характеристический рентгеновские спектры

#### **8. Метод Лауэ заключается**

1. в съемке неподвижного монокристалла в сплошном спектре
2. в съемке вращающегося (качающегося) монокристалла в параллельном пучке характеристического излучения
3. в съемке неподвижного монокристалла в широко расходящемся пучке характеристического излучения
4. в съемке поликристаллического агрегата (например, порошка) в параллельном пучке характеристического излучения

#### **9. Метод вращения заключается**

1. в съемке неподвижного монокристалла в сплошном спектре
2. в съемке вращающегося (качающегося) монокристалла в параллельном пучке характеристического излучения
3. в съемке неподвижного монокристалла в широко расходящемся пучке характеристического излучения
4. в съемке поликристаллического агрегата (например, порошка) в параллельном пучке характеристического излучения

#### **9. Метод Косселя заключается**

1. в съемке неподвижного монокристалла в сплошном спектре
2. в съемке вращающегося (качающегося) монокристалла в параллельном пучке характеристического излучения
3. в съемке неподвижного монокристалла в широко расходящемся пучке характеристического излучения

4. в съемке поликристаллического агрегата (например, порошка) в параллельном пучке характеристического излучения

#### **10. Метод Дебая-Шеррера заключается**

1. в съемке неподвижного монокристалла в сплошном спектре
2. в съемке вращающегося (качающегося) монокристалла в параллельном пучке характеристического излучения
3. в съемке неподвижного монокристалла в широко расходящемся пучке характеристического излучения
4. в съемке поликристаллического агрегата (например, порошка) в параллельном пучке характеристического излучения

#### **11. Микрорентгеноспектральный анализ позволяет определить**

1. химический состав исследуемого образца
2. локальный химический состав в исследуемом образце
3. фазовый состав исследуемого образца
4. структуру исследуемого образца

#### **12. Качественный микрорентгеноспектральный анализ**

1. позволяет установить наличие того или иного элемента в исследуемой пробе
2. определяет количество элемента в образце путем сравнения кривых интенсивностей, снятых с образца и эталона, содержащего 100 % анализируемого элемента
3. позволяет точно определить химический состав микрообъемов вещества

#### **13. Количественный микрорентгеноспектральный анализ**

1. определяет количество элемента в образце путем сравнения кривых интенсивностей, снятых с образца и эталона, содержащего 100 % анализируемого элемента
2. позволяет установить наличие того или иного элемента в исследуемой пробе
3. позволяет точно определить химический состав микрообъемов вещества

#### **14. Полуколичественный микрорентгеноспектральный анализ**

1. позволяет установить наличие того или иного элемента в исследуемой пробе
2. определяет количество элемента в образце путем сравнения кривых интенсивностей, снятых с образца и эталона, содержащего 100 % анализируемого элемента
3. позволяет точно определить химический состав микрообъемов вещества

### **ТЕМА: «Механические свойства»**

#### **1. Механические свойства определяют поведение материала:**

1. под действием приложенных внешних нагрузок
2. под действием приложенных внутренних нагрузок
3. под действием механической обработки материала

#### **2. Статические испытания предусматривают**

1. медленное и плавное увеличение нагрузки на образец
2. резкое приложение нагрузки к образцу
3. циклическое (знакопеременное) нагружение

#### **3. Динамические испытания предусматривают**

1. медленное и плавное увеличение нагрузки на образец
2. резкое приложение нагрузки к образцу
3. циклическое (знакопеременное) нагружение

**4. Циклические испытания предусматривают**

1. медленное и плавное увеличение нагрузки на образец
2. резкое приложение нагрузки к образцу
3. циклическое (знакопеременное) нагружение

**5. К статическим испытаниям относится:**

1. испытание на ударную вязкость
2. испытание на растяжение
3. испытание на усталостное разрушение

**6. К динамическим испытаниям относится:**

1. испытание на ударную вязкость
2. испытание на растяжение
3. испытание на усталостное разрушение

**7. К циклическим испытаниям относится:**

1. испытание на ударную вязкость
2. испытание на растяжение
3. испытание на усталостное разрушение

**8. Определение твердости относится**

1. к статическим испытаниям
2. к динамическим испытаниям
3. к циклическим испытаниям

**9. Измерение твердости по Бринеллю возможно для материалов**

1. малой и средней твердости
2. средней и высокой твердости
3. от малой до высокой твердости
4. тонких поверхностных слоев, а также материалов с очень высокой твердостью

**10. Измерение твердости по Роквеллу возможно для материалов**

1. малой и средней твердости
2. средней и высокой твердости
3. от малой до высокой твердости
4. тонких поверхностных слоев, а также материалов с очень высокой твердостью

**11. Измерение твердости по Виккерсу возможно для материалов**

1. малой и средней твердости
2. средней и высокой твердости
3. от малой до высокой твердости
4. тонких поверхностных слоев, а также материалов с очень высокой твердостью

**12. В качестве индентора используется четырехгранная алмазная пирамида в методе измерения твердости**

1. по Бринеллю
2. по Роквеллу
3. по Виккерсу

**13. В каком методе измерения твердости используется в качестве индентора алмазный конус**

1. по Бринеллю
2. по Роквеллу

3. по Виккерсу

**14. В каком методе измерения твердости используется в качестве индентора алмазный конус**

1. по Бринеллю
2. по Роквеллу
3. по Виккерсу

**15. В каком методе измерения твердости используется в качестве индентора стальной закаленный шарик диаметром  $D=2,5; 5$  или  $10$  мм**

1. по Бринеллю
2. по Роквеллу
3. по Виккерсу

**16. Твердость – это**

1. напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которая предшествует разрушению образца
2. свойство материала сопротивляться пластической деформации при вдавливании в его поверхность твердого тела
3. способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформирования и разрушения под действием ударной нагрузки

**17. Ударная вязкость – это**

1. работа, затраченная на разрушение образца, отнесенная к площади рабочего поперечного сечения образца
2. напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которая предшествует разрушению образца
3. разрушение металла под действием знакопеременных нагрузок

**18. Порог хладноломкости – это**

1. температура (интервал температур), при которой протекает испытание
2. температура (интервал температур), при котором происходит переход от вязкого разрушения к хрупкому
3. температура (интервал температур), при котором происходит переход от хрупкого разрушения к вязкому

**19. Вязкому разрушению соответствует**

1. излом с блестящим, кристаллическим строением
2. излом с наличием очага разрушения, зоны постепенного собственно усталостного развития и зоны долома
3. излом, имеющий матовое, волокнистое строение

**20. Хрупкому разрушению соответствует**

1. излом с блестящим, кристаллическим строением
2. излом с наличием очага разрушения, зоны постепенного собственно усталостного развития и зоны долома
3. излом, имеющий матовое, волокнистое строение

**21. Предел выносливости – это**

1. максимальное напряжение, при котором образец не разрушается после бесконечного или заданного числа циклов нагружения
2. напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которая предшествует разрушению образца

3. свойство материала сопротивляться пластической деформации при вдавливании в его поверхность твердого тела

Темы для реферата

- Механические свойства и способы определения их количественных характеристик: твердость, вязкость, усталостная прочность.
- Изучение структуры металлов и сплавов (макро-, микро-, тонкая структура).
- Способы оценки вязкости. Оценка вязкости по виду излома.
- Физические методы исследования макро- и микроструктуры.
- Оптическая микроскопия.
- Электронная микроскопия.
- Рентгеноструктурный анализ.
- Макроскопический анализ. Нарушение сплошности металла.
- Макроскопический анализ. Химическая неоднородность сплава (ликвация).
- Просвечивающая электронная микроскопия. Общие сведения.
- Растровая электронная микроскопия: общие сведения.
- Рентгеноструктурный анализ. Качественный и количественный фазовый анализ.
- Термический анализ.
- Анализ химического состава поверхности образца методом Оже-электронной спектроскопии.
- Теневой метод в ультразвуковом контроле, предложенный А. Тёплером.
- Неразрушающие методы контроля (визуально-оптический, рентгеновская и гамма-дефектоскопия, ультразвуковая дефектоскопия, капиллярные методы контроля, магнитные методы неразрушающего контроля).

Приложение2

Компетенции ПК 2, ОПК -1 формируются в процессе освоения образовательной программы.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания</b>		
Знать	методы изучения физико-химических процессов, физических, химических свойств и эксплуатационных характеристик материалов, устройств, приборов и изделий на их основе;	<p><i>Перечень вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы физики рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом.</li> <li>2. Основные методы рентгеноструктурного анализа.</li> <li>3. Методы РСА – Лауэ, Косселя.</li> <li>4. Методы РСА – метод вращения, порошка.</li> <li>5. Основные методы рентгеноспектрального анализа. Общее устройство спектрометров.</li> <li>6. Методы рентгеноспектрального анализа – качественный, полуколичественный, количественный.</li> <li>7. Статические методы определения механических свойств.</li> <li>8. Динамические методы определения</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>механических свойств.</p> <p>9. Циклические методы определения механических свойств.</p> <p>10. Неразрушающие методы контроля.</p>
Уметь	<p>- выбирать и использовать методы и оборудование для анализа физико-механических свойств новых материалов и изделий из них;</p>	<p>Описать методику проведения исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на ПЭМ;</li> <li>- на МРСА;</li> <li>- неразрушающих методов контроля</li> </ul>
Владеть	<p>- практическими навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований, рационального определения условий и диапазона экспериментов, обработки, систематизации и анализа полученных результатов.</p>	<p>Выбрать метод измерения твердости:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для материалов низкой твердости;</li> <li>- для материалов средней твердости;</li> <li>- для материалов высокой твердости;</li> <li>- для массивных изделий и сложной формы;</li> <li>- для тонких образцов.</li> </ul> <p>Выбор метода исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для определения размера зерна в крупнозернистых материалах;</li> <li>- для определения размера зерна в ультрамелкозернистых материалах;</li> <li>- для исследования дислокационной структуры;</li> <li>- для исследования микрорельефа поверхности.</li> </ul>
<p><b>ПК-2: способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы</b></p>		
Знать	<p>- классификацию основных методов исследований материалов;</p> <p>- основы просвечивающей и сканирующей электронной, зондовой микроскопии</p>	<p><i>Перечень вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптическая микроскопия. Основные понятия – разрешающая способность, предел разрешения, дифракционный предел. Устройство оптического микроскопа.</li> <li>2. Микроскопия комбинационного рассеяния света – конструкция, применение.</li> <li>3. Микроскопия с насыщением люминесценции (STED) – конструкция, применение.</li> <li>4. Конфокальная микроскопия – конструкция, применение.</li> <li>5. ПЭМ. Основы просвечивающей электронной микроскопии. Конструкция ПЭМ. Формирование луча.</li> <li>6. Возможности и применение ПЭМ. Объекты исследования. Достоинства и недостатки метода ПЭМ. Области применения ПЭМ.</li> <li>7. РЭМ. Физические основы РЭМ. Устройство и работа РЭМ.</li> <li>8. Технические возможности РЭМ. Конструкция РЭМ. Применение. МРСА.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		9. СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия – устройство, принципы работы, применение. 10. СЗМ. Атомно-силовая микроскопия – устройство, принципы работы, применение. 11. СЗМ. Электросиловая микроскопия – устройство, принципы работы, применение. СЗМ. Магнитно-силовая микроскопия – устройство, принципы работы, применение.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать метод исследования для определения параметров материалов при решении конкретной практической задачи;</li> <li>- модернизировать методики получения и обработки экспериментальных данных;</li> </ul>	Описать методику проведения исследований: <ul style="list-style-type: none"> <li>- на оптическом микроскопе;</li> <li>- на РЭМ;</li> <li>- на АСМ;</li> <li>- определения балла зерна;</li> <li>- определения дисперсности перлита;</li> <li>- определения количества неметаллических включений;</li> <li>- измерение твердости по Виккерсу;</li> <li>- измерение твердости по Роквеллу;</li> <li>- измерение твердости по Бринеллю;</li> <li>- измерение микротвердости;</li> <li>- определение ударной вязкости металлов</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическими навыками использования элементов методов исследования материалов и процессов на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на учебной практике;</li> </ul>	Выбрать метод измерения твердости: <ul style="list-style-type: none"> <li>- для материалов низкой твердости;</li> <li>- для материалов средней твердости;</li> <li>- для материалов высокой твердости;</li> <li>- для массивных изделий и сложной формы;</li> <li>- для тонких образцов.</li> </ul> Выбор метода исследования: <ul style="list-style-type: none"> <li>- для определения размера зерна в крупнозернистых материалах;</li> <li>- для определения размера зерна в ультрамелкозернистых материалах;</li> <li>- для исследования дислокационной структуры;</li> <li>- для исследования микрорельефа поверхности.</li> </ul>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы исследования материалов и процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и практическое задание.

***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание

учебного материала, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.