

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор **Е.И. Пряхин**

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
доцент **Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	<i>Магистратура</i>
<b>Направление подготовки:</b>	<i>29.04.04 Технология художественной обработки материалов</i>
<b>Направленность (профиль):</b>	<i>Художественное проектирование изделий и компьютерное моделирование технологических процессов их производства</i>
<b>Квалификация выпускника:</b>	<i>Магистр</i>
<b>Форма обучения:</b>	<i>очная</i>
<b>Составители:</b>	<i>Доцент С.А. Филиппов</i>

**Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы исследования материалов» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 29.04.04 «Технология художественной обработки материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 969 от 22.09.2017;
- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 29.04.04 «Технология художественной обработки материалов» направленность (профиль) «Художественное проектирование изделий и компьютерное моделирование технологических процессов их производства».

Составитель \_\_\_\_\_ доцент С.А. Филиппов

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материаловедения и технологии художественных изделий» от 15.02.2023. г., протокол № 10.**

Заведующий кафедрой МиТХИ \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель преподавания дисциплины – изучение принципов работы и возможностей использования современных инструментальных методов анализа материалов в области технологии художественной обработки материалов, а также практических навыков выбора методов исследования состава, структуры и свойств материалов, явлений и процессов в них на различных стадиях получения, обработки, переработки и эксплуатации.

Задачи изучения дисциплины – научить магистрантов самостоятельно выбирать методы исследования материалов и грамотно проводить исследования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.

Дисциплина «Физико-химические методы исследования материалов» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается в I семестре.

Дисциплина «Физико-химические методы исследования материалов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методика научных исследований», «Методы оценки качества художественно-промышленных изделий», «Научные методы реставрации».

Особенностью дисциплины является развитие у студентов – магистрантов способности выбирать экспериментальные физико-химические методы, адекватные поставленной задаче, проводить эксперимент и интерпретировать полученные результаты.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ:

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические методы исследования материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать, обобщать и устанавливать закономерности изменения свойств художественных материалов и художественно-промышленных объектов при изменении технологических параметров их изготовления	ОПК-3	ОПК-3.1. Знать: - методы научного мышления и проведения экспериментальных исследований; - методы математической обработки экспериментальных данных ОПК-3.2. Уметь: - организовывать и контролировать процесс проведения экспериментальной работы по стандартной или разработанной методике ОПК-3.3. Владеть: - методами обнаружения закономерностей изменения свойств художественных материалов и художественно-промышленных объектов при изменении технологических параметров их изготовления; - навыками оформления результатов научной деятельности
Способен анализировать, обобщать и устанавливать закономерности изменения	ОПК-3	<b>ОПК-3.1.</b> Знать: - методы научного мышления и проведения экспериментальных исследований;

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
свойств художественных материалов и художественно-промышленных объектов при изменении технологических параметров их изготовления.		- методы математической обработки экспериментальных данных
		<b>ОПК-3.2. Уметь:</b> - организовывать и контролировать процесс проведения экспериментальной работы по стандартной или разработанной методике
		<b>ОПК-3.3. Владеть:</b> - методами обнаружения закономерностей изменения свойств художественных материалов и художественно-промышленных объектов при изменении технологических параметров их изготовления; - навыками оформления результатов научной деятельности
Способен разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологии их изготовления	ОПК-8.1	ОПК-8.1. Знать: - свойства художественных материалов, художественнопромышленных объектов и технологические параметры их изготовления

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак часы по семестрам
		1
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
В том числе:		
Лекции	30	30
Практические занятия (ПЗ)	15	15
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС),</b>	<b>33</b>	<b>33</b>

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак часы по семестрам
		1
<b>в том числе:</b>		
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	9	9
Подготовка к лабораторным занятиям	24	24
Подготовка к зачету / дифф. зачету	-	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>Э (36)</b>
Общая трудоемкость дисциплины		
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Введение в дисциплину»	4	2	2	-	1
Раздел 2 «Методы исследования микроструктуры материалов»	30	6	2	8	8
Раздел 3 «Методы исследования кристаллической структуры материалов»	32	8	5	8	8
Раздел 4 «Методы исследования химического состава материалов»	32	8	3	8	8
Раздел 5 «Физические методы исследования»	32	6	3	6	8
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>33</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение в дисциплину	Взаимосвязь с другими дисциплинами. Связь между составом, структурой и свойствами	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		материалов. Масштабные уровни. Обзор основных методов исследования.	
2	Методы исследования микроструктуры материалов	Макроанализ. Световая микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия.	6
3	Методы исследования кристаллической структуры материалов	Рентгеноструктурный анализ. Дифракция электронов. Метод EBSD.	8
4	Методы исследования химического состава материалов	Рентгеноспектральный метод. Рентгенофлуоресцентный метод. Рамановская спектроскопия. Оптико-эмиссионная спектроскопия.	8
5	Физические методы исследования	Ультразвуковой метод. Магнитный метод.	6
<b>Итого:</b>			<b>30</b>

#### 4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Масштабные уровни для различных материалов.	2
2	Раздел 2	Типы микроструктур.	4
3	Раздел 3	Влияние различных факторов на результаты фазового анализа.	4
4	Раздел 5	Анализ возможностей ультразвукового и магнитного методов.	5
<b>Итого</b>			<b>15</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы:

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Количественная металлография.	6
2	Раздел 2	Количественная петрография.	4
3	Раздел 3	Обработка спектров дифракции.	6
3	Раздел 3	Определение количества остаточного аустенита в стали.	4
4	Раздел 3	Анализ EBSD-карт.	6
5	Раздел 4	Анализ рентгеновских энергетических спектров.	4
<b>Итого</b>			<b>30</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Введение в дисциплину

1. Что называется структурой?
2. Что такое характерный масштаб структуры?
3. Какие существуют классификации масштабных уровней?
4. Каковы основные типы дефектов?
5. Чем дефекты кристаллической решётки отличаются от дефектов изделия?
6. Какова должна быть взаимосвязь между длиной волны излучения и размером исследуемого объекта?
7. Какие основные методы анализа микроструктуры?
8. Какие основные методы анализа кристаллической структуры?
9. Какова характерная длина волны рентгеновского излучения?
10. Какие основные методы анализа химического состава?.

#### Раздел 2. Методы исследования микроструктуры материалов

1. Для каких целей применяется макроанализ?
2. Что такое микроструктура?
3. Что такое металлографический шлиф?
4. Какое максимальное увеличение можно получить в световом микроскопе?
5. Что является источником света в металлографическом микроскопе?
6. Что такое режим светлого поля?
7. Что такое режим тёмного поля?
8. Что такое глубина резкости?

9. Что собой представляет панорамное изображение образца?
10. Что такое полиэдрическая структура?
11. Как можно изменять длину волны электрона?

### **Раздел 3. Методы исследования кристаллической структуры материалов.**

1. Что такое кристаллическая решётка?
2. Что такое кристаллическая структура?
3. Каковы характерные длины волн рентгеновского излучения, используемые в методе РСА?
4. Что такое дифракция?
5. Что такое интерференция?
6. Напишите уравнение для закона Брегга-Вульфа.
7. Что такое EBSD?
8. Какую информацию можно получить с помощью дифракции электронов?
9. Что такое карта ориентировок?

### **Раздел 4. Методы исследования химического состава материалов**

1. Что такое спектр?
2. Какие спектры обычно используются для определения химического состава материалов?
3. Что такое характеристическое излучение?
4. Что позволяет определять метод рамановской спектроскопии?
5. Что такое метод оптико-эмиссионной спектроскопии?
6. Какие приборы обычно используются для рентгеноспектрального анализа?
7. Какие образцы могут использоваться в электронном микроскопе?
8. Что такое рентгеновская флюоресценция?
9. Для каких целей используется метод рентгеновской флюоресценции?
10. Как называется прибор для метода оптико-эмиссионной спектроскопии?
11. Что является основным источником излучения в методе рентгеновской флюоресценции?

### **Раздел 5. Физические методы исследования**

1. Как материалы классифицируются по магнитным свойствам?
2. Что такое намагничённость материала?
3. Как производится намагничивание?
4. Что собой представляют акустические волны?
5. Какие виды звуковых волн возможны в твёрдом теле?
6. Что такое ультразвук?
7. Какие параметры материала можно определить ультразвуковым методом?
8. Какие параметры материала можно определить магнитным методом?
9. Что такое парамагнетика?
10. Что такое ферромагнетика?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену:**

1. Что такое микроструктура?
2. Какие масштабные уровни структуры вы знаете?
3. Какие основные дефекты материалов вы знаете?
4. Какие основные дефекты сплошности материалов вы знаете?
5. Что такое рентгеновское излучение?
6. Что такое дифракция?
7. Что такое интерференция?
8. По какому закону рентгеновское излучение ослабляется веществом?
9. Что такое закон Брегга-Вульфа?
10. Что такое флюоресцентное излучение?

11. Что такое монохроматор?
12. Чем фиксируется прошедшее/отразившееся от образца рентгеновское излучение?
13. Как поглощение рентгеновского излучения веществом зависит от атомного номера?
14. Что обязательно требуется для проведения рентгеноспектрального анализа?
15. На каких приборах реализуется рентгеноспектральный анализ?
16. На каких приборах реализуется рентгенофлюоресцентный анализ?
17. Какой основной источник рентгеновского излучения, используемый на практике?
18. Что собой представляют акустические волны?
19. Что такое конфокальный микроскоп??
20. Чему равно общее увеличение светового микроскопа??
21. Что такое рамановский спектр?
22. Для каких целей используется оптико-эмиссионный метод?
23. Что такое вторичные электроны?
24. Что такое оже-электроны?
25. Что такое тормозное излучение?
26. Что такое неупругое рассеяние?
27. Как материалы классифицируются по магнитным свойствам?
28. Что такое амплитуда колебаний?
29. Что такое активные методы акустического контроля?
30. Что такое пассивные методы акустического контроля?
31. Какие основные классы методов у/зв контроля вы знаете?
32. Что такое рентгеновская трубка?
33. Что является источником излучения в электронном микроскопе?
34. Какой наиболее распространённый источник рентгеновского излучения?
35. Что такое поле зрения?
36. Что такое глубина резкости?
37. Как называется прибор, используемый в методе рентгеновской дифракции?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Граница зерна представляет собой...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зону, сильно отличающуюся по химическому составу от остального материала.</li> <li>2. Двумерный дефект кристаллической решётки.</li> <li>3. Дефект материала.</li> <li>4. Зону с минимальными искажениями решетки.</li> </ol>
2.	Особенности материала размером порядка от 100 мкм до 10 см описывает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. макроуровень.</li> <li>2. наноуровень.</li> <li>3. мегауровень.</li> <li>4. микроуровень.</li> </ol>
3.	Для определения химического состава используется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристическое рентгеновское излучение.</li> <li>2. Тормозное рентгеновское излучение.</li> <li>3. Фоновое излучение.</li> <li>4. Всё вышеперечисленное.</li> </ol>
4.	Магнитные порошки и суспензии используют для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проникновения в микротрещины</li> <li>2. Выявления дефектов</li> <li>3. Выявления магнитной структуры</li> <li>4. Варианты 3 и 4</li> </ol>
5.	Рентгенофлюоресцентный анализ – это метод исследования...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефектов сварного шва.</li> <li>2. Дефектов кристаллической решётки.</li> <li>3. Химического состава.</li> <li>4. Кристаллической структуры.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Картирование в методе рентгеноспектрального анализа позволяет исследовать...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Распределение химических элементов по поверхности.</li> <li>2. Границы зёрен.</li> <li>3. Физические свойства материала.</li> <li>4. Степень аморфности материала.</li> </ol>
7.	Метод рентгеноспектрального анализа плохо применим для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хрупких образцов.</li> <li>2. Непроводящих образцов.</li> <li>3. Чёрных образцов.</li> <li>4. Монокристаллических образцов.</li> </ol>
8.	Магнитопорошковый метод основан на...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визуализации силовых линий магнитного поля</li> <li>2. Проникновении порошка в микродефекты</li> <li>3. Использовании порошка парамагнитных металлов</li> <li>4. Использовании феррозондов</li> </ol>
9.	Тормозное излучение обладает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейчатым спектром.</li> <li>2. Сплошным спектром.</li> <li>3. Высокой интенсивностью.</li> <li>4. Низкой активностью</li> </ol>
10.	Чему соответствует символ $d$ в уравнении дифракции Вульфа-Брэггов $2d \sin \Theta = n\lambda$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плотности (<math>d</math> – density) исследуемого вещества.</li> <li>2. Расстоянию между образцом и фокусом рентгеновской трубки.</li> <li>3. Межплоскостному расстоянию в кристаллической решетке.</li> <li>4. Размеру исследуемого образца.</li> </ol>
11.	Скорость звука продольной волны...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выше, чем у поперечной</li> <li>2. Ниже, чем у поперечной</li> <li>3. Равна скорости поперечной</li> <li>4. Равна скорости поперечной со знаком «-»</li> </ol>
12.	Темнопольное освещение используется для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выявления аморфных составляющих.</li> <li>2. Повышения контраста и выявления мелких включений.</li> <li>3. Повышения предельного разрешения микроскопа.</li> <li>4. Увеличения глубины резкости.</li> </ol>
13.	В рентгеноструктурном анализе информация об исследуемом материале получается из...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всего объёма образца.</li> <li>2. Тонкого поверхностного слоя.</li> <li>3. Зависит от режима съёмки.</li> <li>4. Областей, содержащих дефекты несплошности.</li> </ol>
14.	Разрешение рентгеновского спектрального микроанализа составляет...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Несколько см</li> <li>2. Несколько мм</li> <li>3. Несколько мкм</li> <li>4. Несколько нм</li> </ol>
15.	В рентгеновской трубке...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расположен радиоактивный изотоп</li> <li>2. Должен быть вакуум</li> <li>3. Излучение выходит через свинцовое окно</li> <li>4. Возникает газовый разряд между катодом и анодом</li> </ol>
16.	Характеристическое излучение обладает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейчатым спектром.</li> <li>2. Сплошным спектром.</li> <li>3. Высокой интенсивностью.</li> <li>4. Низкой активностью</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	Какие два основных типа волн существуют?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрические и магнитные</li> <li>2. Продольные и поперечные</li> <li>3. Поверхностные и рэлеевские</li> <li>4. Отражённые и поляризованные</li> </ol>
18.	Какой метод используется для определения формы и размера структурных составляющих в исследуемых материалах при увеличении 50000?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод рентгеноструктурного анализа.</li> <li>2. Метод физико-химического фазового анализа.</li> <li>3. Метод электронной микроскопии.</li> <li>4. Метод оптической микроскопии.</li> </ol>
19.	Намагничиванию могут быть подвергнуты...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ферромагнетики.</li> <li>2. Парамагнетики</li> <li>3. Диамагнетики</li> <li>4. Ферромагнетики и диамагнетики</li> </ol>
20.	Какой метод используется для определения величины зерна в металле?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод микроскопического анализа.</li> <li>2. Метод рентгеноструктурного анализа</li> <li>3. Метод фазового анализа</li> <li>4. Метод химического анализа.</li> </ol>

**Вариант 2**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Опτικο-эмиссионный спектрометр служит для определения...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химического состава.</li> <li>2. Структуры фаз.</li> <li>3. Оптических свойств.</li> <li>4. Дифракционной картины.</li> </ol>
2.	Предельное разрешение метода рентгеноспектрального микроанализа составляет...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порядка нескольких Å.</li> <li>2. Порядка нескольких мкм.</li> <li>3. Зависит от размера исследуемых частиц.</li> <li>4. Зависит от кристаллической структуры материала.</li> </ol>
3.	В растровой электронной микроскопии используется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Широкий пучок электронов;</li> <li>2. Узкий хорошо сфокусированный пучок;</li> <li>3. Интерференция волн;</li> <li>4. Тормозное рентгеновское излучение.</li> </ol>
4.	Металлографический микроскоп работает в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отражённом свете;</li> <li>2. Прошедшем свете;</li> <li>3. Преломлённом свете;</li> <li>4. Инфракрасном излучении.</li> </ol>
5.	Какое излучение используется в рентгеноспектральном анализе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сплошной спектр рентгеновских лучей;</li> <li>2. Характеристический спектр рентгеновских лучей;</li> <li>3. Излучение вторичных электронов;</li> <li>4. Излучение отраженных электронов.</li> </ol>
6.	В электронных микроскопах источником излучения служит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Катод;</li> <li>2. Анод;</li> <li>3. Объектив;</li> <li>4. Ядра водорода.</li> </ol>
7.	Более высокое разрешение в электронном микроскопе дают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рентгеновские кванты;</li> <li>2. Отражённые электроны;</li> <li>3. Вторичные электроны;</li> <li>4. Третичные электроны.</li> </ol>
8.	Рентгеноспектральный анализ служит для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определения химического состава;</li> <li>2. Определения фазового состава;</li> <li>3. Измерения размера зерна;</li> <li>4. Исследования химических свойств.</li> </ol>
9.	Рентгенофлуоресцентный анализ служит для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определения химического состава;</li> <li>2. Определения фазового состава;</li> <li>3. Измерения размера зерна;</li> <li>4. Исследования химических свойств.</li> </ol>
10.	Поле зрения растрового электронного микроскопа обычно составляет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 мкм;</li> <li>2. 100 мкм;</li> <li>3. 1 мм;</li> <li>4. Может варьироваться в широких пределах.</li> </ol>
11.	В методе растровой электронной микроскопии обычно исследуются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реплики;</li> <li>2. Фольги;</li> <li>3. Массивные образцы;</li> <li>4. Порошки.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	В методе растровой электронной микроскопии изображение получается:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сканированием поверхности образца электронным лучом;</li> <li>2. Сразу всего освещённого лучом участка поверхности;</li> <li>3. Изменением угла падения пучка;</li> <li>4. Засветкой фотопластинки.</li> </ol>
13.	Какой метод может быть использован для определения химического состава?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рентгеноструктурный;</li> <li>2. Метод Лауэ;</li> <li>3. Рентгеноспектральный;</li> <li>4. Иммерсионной микроскопии.</li> </ol>
14.	Метод рентгеновской флюоресценции позволяет определять:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химический состав материала;</li> <li>2. Размер зерна;</li> <li>3. Спектры дифракции;</li> <li>4. Фазовый состав.</li> </ol>
15.	Какой метод может быть использован для определения химического состава?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитный;</li> <li>2. Микроскопический;</li> <li>3. Оптико-эмиссионный;</li> <li>4. Ультразвуковой.</li> </ol>
16.	Рамановская спектроскопия основана на:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристическом рентгеновском излучении</li> <li>2. Неупругом рассеянии света</li> <li>3. Дифракции электронов</li> <li>4. Ультразвуковых колебаниях.</li> </ol>
17.	Рентгеновский дифрактометр используется в методе...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рентгеноструктурном;</li> <li>2. Рентгеноспектральном;</li> <li>3. Электронно-микроскопическом;</li> <li>4. Рентгеноакустическом.</li> </ol>
18.	Большая глубина резкости необходима для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работы с неровными поверхностями;</li> <li>2. Получения высоких увеличений;</li> <li>3. Использования поляризованного света;</li> <li>4. Использования монохроматического света.</li> </ol>
19.	Источником возбуждения в рамановском спектрометре является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Катод;</li> <li>2. Рентгеновская трубка;</li> <li>3. Лазер;</li> <li>4. Пьезокристалл.</li> </ol>
20.	Источником ультразвука является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осциллограф;</li> <li>2. Акустическая колонка;</li> <li>3. Лазер;</li> <li>4. Пьезокристалл.</li> </ol>

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Анализ микроструктуры - это изучение структуры...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С помощью термического анализа;</li> <li>2. С помощью микроскопа;</li> <li>3. С помощью рентгеноструктурного анализа;</li> <li>4. С помощью туннельного микроскопа.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Шлифованный и протравленный образец называют...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реплика;</li> <li>2. Микрошлиф;</li> <li>3. Гониометр;</li> <li>4. Излом.</li> </ol>
3.	Анализ, который является не окончательным, а лишь предварительным видом исследования, не позволяющий определить всех особенностей строения металла, называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Макроанализ;</li> <li>2. Травление и полирование;</li> <li>3. Оптическая микроскопия;</li> <li>4. Электронная микроскопия.</li> </ol>
4.	Какова последовательность подготовки образца для микроанализа?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не требует специальной подготовки;</li> <li>2. Травление и шлифование металла;</li> <li>3. Травление и полирование;</li> <li>4. Шлифование, полирование и травление.</li> </ol>
5.	Для каких целей применяется макроанализ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для определения химического состава.</li> <li>2. Для определения дефектов сварных швов, ликвации серы, фосфора и др.</li> <li>3. Для исследования микроструктуры образца.</li> <li>4. Для определения фазового состава.</li> </ol>
6.	Растровый электронный микроскоп предназначен для исследования объектов с разрешением...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. До 10 мкм.</li> <li>2. До 5 мм.</li> <li>3. До 1 нм.</li> <li>4. До 100 нм.</li> </ol>
7.	Интерференция волн – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменение длин волн.</li> <li>2. Смещение волн.</li> <li>3. Наложение волн.</li> <li>4. Сложение волн.</li> </ol>
8.	Основная задача ... состоит в создании увеличенного изображения плоской поверхности образца.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кристаллографии;</li> <li>2. Макроанализа;</li> <li>3. Рентгеноструктурного анализа;</li> <li>4. Оптической микроскопии.</li> </ol>
9.	Необходимым условием перемещения электронов в виде пучка является наличие...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Инертной атмосферы.</li> <li>2. Окислительной среды.</li> <li>3. Высокого вакуума.</li> <li>4. Низкого вакуума.</li> </ol>
10.	Образец для просвечивающего электронного микроскопа называют...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фольга;</li> <li>2. Случайное сечение;</li> <li>3. Монокристалл;</li> <li>4. Микрошлиф.</li> </ol>
11.	Какое максимальное увеличение можно получить в современном электронном микроскопе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &gt;50 000;</li> <li>2. 100 000;</li> <li>3. 500 000;</li> <li>4. &gt;1 000 000.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	В режиме светлого поля...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зеркально отражённый от поверхности свет попадает в объектив;</li> <li>2. Зеркально отражённый от поверхности свет не попадает в объектив;</li> <li>3. Используется только монохроматическое освещение;</li> <li>4. Отсутствуют aberrации;</li> </ol>
13.	Какой метод используется для определения формы и размера структурных составляющих в исследуемых материалах при увеличении 50000?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод рентгеноструктурного анализа.</li> <li>2. Метод физико-химического фазового анализа.</li> <li>3. Метод электронной микроскопии.</li> <li>4. Метод оптической микроскопии.</li> </ol>
14.	Создание на полированной поверхности неглубокого рельефа, в котором конфигурация неровностей повторяет расположение и очертание отдельных кристаллитов сводится к выявлению	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Микроструктуры;</li> <li>2. Плотности исследуемого вещества;</li> <li>3. Инертной атмосферы;</li> <li>4. Окислительной среды.</li> </ol>
15.	Каково максимальное увеличение (приблизительно), которого можно достичь при использовании оптического микроскопа?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 500 крат;</li> <li>2. 1000 крат;</li> <li>3. 4000 крат;</li> <li>4. 10 000 крат.</li> </ol>
16.	Полуколичественный анализ в металлографии представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поиск дефектов в сварном шве;</li> <li>2. Определение толщины цементированного слоя;</li> <li>3. Поиск химической неоднородности;</li> <li>4. Определение балла зерна.</li> </ol>
17.	Метод, который используется для определения объемных долей структурных составляющих или фаз с накладыванием сетки из точек и подсчитыванием число точек, лежащих в сечении микрочастиц исследуемой фазы, называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ по площадям.</li> <li>2. Точечный анализ.</li> <li>3. Линейный анализ.</li> <li>4. Прецизионный анализ.</li> </ol>
18.	Для выявления на шлифе кристаллитов с различной кристаллографической ориентацией используется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Светлопольное освещение;</li> <li>2. Темнопольное освещение;</li> <li>3. Косое освещение;</li> <li>4. Поляризованный свет.</li> </ol>
19.	Электрохимический процесс в пробоподготовке может быть использован для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Травления;</li> <li>2. Полировки и травления;</li> <li>3. Шлифовки и полировки;</li> <li>4. Анализа по площадям;</li> </ol>
20.	Предельное разрешение микроскопа определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Апертурой объектива;</li> <li>2. Полем зрения;</li> <li>3. Фокальной плоскостью;</li> <li>4. Глубиной резкости.</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Шкала оценивания знаний по выполнению заданий экзамена:

Оценка
--------

«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

1. Физические основы методов неразрушающего контроля качества изделий: учеб. пособие — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 106 с.  
<https://e.lanbook.com/book/28333>
2. Ларионова, Е. В. Методы исследования материалов и процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Ларионова. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 98 с.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPiB,ELC,ZAPiS&req\\_irb=<.>I=%2D520956<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPiB,ELC,ZAPiS&req_irb=<.>I=%2D520956<.>)
3. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учеб. для вузов / Ю.П. Солнцев, Е. И. Пряхин; под ред. Ю. П. Солнцева. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - СПб.: Химиздат, 2007. – 783
4. Быков, М. Ф. Диагностика, прогнозирование, неразрушающий контроль и управление качеством ЭА: учеб. пособие / М. Ф. Быков, В. Н. Воронцов, Ю. Ф. Задорин ; М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, СЗПИ. - Л. : СЗПИ, 1985. - 72 с
5. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: учеб. для вузов / [Я.С. Уманский и др.]. - М. : Металлургия, 1982. - 631 с.
6. Лившиц, Б. Г. , Металлография: учеб. для вузов / Б. Г. Лившиц. - М. : Металлургия, 1990. - 334 с.
7. Барсуков В. Н., Вологжанина С.А., Петкова А. П., Пиирайнен В. Ю., Сивенков А. В., Шарапова Д. М., Ганзуленко О.Ю. Материалы художественных изделий (учебник).

Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 400 с. — ISBN 978-5-507-48243-6. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

8. Барсуков В. Н., Вологжанина С.А., Петкова А. П., Пиирайнен В. Ю., Сивенков А. В., Шарапова Д. М., Ганзуленко О.Ю. Технологии художественных промыслов (учебник). Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 432 с. — ISBN 978-5-507-48430-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Беккер Ю. Спектроскопия. Москва: Техносфера, 2009.
2. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва: Техносфера, 2007.
3. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. Москва: Мир, 2003.

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

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
2. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
3. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
4. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
5. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
6. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

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

### **8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр № 1).**

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр № 1).**

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

#### **Аудитории для проведения лабораторных работ (Учебный центр № 1).**

13 посадочных мест Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1

шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;
- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;
- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

- Microsoft Windows 7 Professional
- ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года) Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012
- Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года)
- ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения»
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)
- Autodesk
- product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1
- с возможностью доступа к сети «Интернет»
- Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года)
- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)