

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.И. Елкин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ»**

**направление подготовки / специальность**

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

**направленность (профиль) подготовки**

Материаловедение и цифровые производственные технологии

г. Владимир

Год 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» – обеспечение теоретической и практической подготовки студентов по профилю специальности. Изучение современных методов исследований технологических процессов производства литых изделий и обработки материалов. Обучение студентов научным основам структурного анализа материалов и деталей машиностроения на различных этапах производства.

Задачи:

- изучить основные методы исследования материалов и процессов;
- познакомиться с устройством и принципами работы современных устройств и приспособлений для проведения исследований материалов и процессов;
- получить навыки подготовки проб и самостоятельного проведения исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы исследования материалов и процессов» относится к дисциплинам обязательной части ОПОП ВО.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-5. Способен решать задачи в области профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ОПК-5.1. Знает принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<b>Знает</b> принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Тестовые вопросы, практические задания
	ОПК-5.2. Умеет решать задачи в области профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	<b>Умеет</b> решать задачи в области профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	
	ОПК-5.3. Владеет навыками подготовки обзоров,	<b>Владеет</b> навыками подготовки обзоров, аннотаций,	

	аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций, и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности	составления рефератов, научных докладов, публикаций, и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности	
ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1. Знает современные подходы и методы решения задач в области профессиональной деятельности	Знает современные подходы и методы решения задач в области профессиональной деятельности	Тестовые вопросы, практические задания
	ОПК-6.2. Умеет принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	<b>Умеет</b> принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	
	ОПК-6.3. Владеет способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	<b>Владеет</b> способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Раздел 1	7	1-3	2	-	-	9	-
2	Раздел 2	7	4-5	2	4	-	9	-
3	Раздел 3	7	6-7	2	4	-	24	Рейтинг-контроль1
4	Раздел 4	7	8-9	2	6	-	9	-
5	Раздел 5	7	10-11	2	-	12	9	-
6	Раздел 6	7	12-13	2	-	-	24	Рейтинг-контроль2
7	Раздел 7	7	14-15	2	4	-	9	-
8	Раздел 8	7	16-17	2	-	-	9	-
9	Раздел 9	7	17-18	2	-	6	24	Рейтинг-контроль3
<b>Всего</b>		<b>7</b>	<b>1-18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>126</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Металлографические методы исследования структуры

Тема 1.1. Макроструктурный анализ.

Тема 1.2. Микроструктурный анализ.

Тема 1.3. Фрактографический анализ.

Тема 1.4. Основы световой оптической микроскопии. Принципиальная схема оптического микроскопа.

Раздел 2. Методы микроскопического анализа металлов и сплавов

Тема 2.1. Метод косоого освещения.

Тема 2.2. Метод темнопольного освещения.

Тема 2.3. Исследования микроструктуры в поляризованном свете.

Тема 2.4. Метод фазового контраста.

Тема 2.5. Метод интерференционного получения изображения.

Тема 2.6. Количественные анализаторы микроструктуры.

Тема 2.7. Основные задачи, решаемые методами микроструктурного анализа.

### Раздел 3. Электронная микроскопия

Тема 3.1. Просвечивающая электронная микроскопия. Прямой метод исследования. Косвенные методы электронной микроскопии

Тема 3.2. Растровая электронная микроскопия: Принцип растровой электронной микроскопии (РЭМ). Основные преимущества РЭМ.

Тема 3.3. Физические основы растровой электронной микроскопии. Эффекты взаимодействия электронного луча с объектом

Тема 3.4. Отраженные, вторичные и поглощенные электроны.

Тема 3.5. Разновидности растрового электронного микроскопа. Отражательный РЭМ. Просвечивающий РЭМ.

### Раздел 4. Устройство и принципиальная схема растрового электронного микроскопа

Тема 4.1. Устройство растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.

Тема 4.2. Принцип работы электронных линз.

Тема 4.3. Принципиальная схема растрового электронного микроскопа.

Тема 4.4. Несовершенства электронной оптики.

Тема 4.5. Особенности проведения исследований на РЭМ. Регистрация вторичных и отражённых электронов.

Тема 4.6. Изучение фазового состава и топографии поверхности.

Тема 4.7. Подготовка объектов для исследований и требования к ним. Технические возможности растрового электронного микроскопа.

### Раздел 5. Рентгеноструктурный анализ

Тема 5.1. Основы физики рентгеновских лучей, их получение.

Тема 5.2. Принцип работы и устройство рентгеновского аппарата.

Тема 5.3. Свойства рентгеновских лучей.

Тема 5.4. Основные задачи рентгеноструктурного анализа.

Тема 5.5. Основные методы рентгеноструктурного анализа.

Тема 5.6. Метод Лауэ. Метод вращающегося монокристалла. Рентгеноанализ поликристаллических объектов (Метод Дебая- Шеррера).

Тема 5.7. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Качественный рентгеноструктурный анализ.

Тема 5.8. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Идентификация однофазных веществ по данным о межплоскостных расстояниях

Тема 5.9. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Количественный рентгеноструктурный анализ

Тема 5.10. Применение рентгеноструктурного анализа в физическом металловедении. Рентгеноструктурный анализ стали после термической обработки. Рентгеноструктурный анализ искажений кристаллической решётки.

### Раздел 6. Электронография и нейтронография

Тема 6.1. Физические основы и методология электронографического анализа.

Тема 6.2. Нейтронография

### Раздел 7. Спектральный анализ материалов

Тема 7.1. Физические основы оптической спектроскопии.

Тема 7.2. Приборы для спектрального анализа.

Тема 7.3. Основные методы оптического спектрального анализа.

Тема 7.4. Источники ошибок при проведении оптико-спектрального анализа.

Тема 7.5. Рентгеноспектральный анализ материалов (физические основы). Главные достоинства рентгеноспектрального анализа. Аппаратура для рентгеноспектрального анализа.

Тема 7.6. Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), применение и физические основы.

Раздел 8. Неразрушающие методы контроля

Тема 8.1. Рентгеновская дефектоскопия.

Тема 8.2. Ультразвуковая дефектоскопия.

Тема 8.3. Магнитная дефектоскопия.

Тема 8.4. Капиллярные методы неразрушающего контроля.

Тема 8.5. Метод акустической эмиссии (АЭ).

Раздел 9. Методы исследований технологических процессов производства отливок.

Тема 9.1. Классификация технологических процессов и методов литья.

Тема 9.2. Методы исследований шихтовых и формовочных материалов.

Тема 9.3. Методы исследований процессов приготовления и обработки литейных сплавов.

Тема 9.4. Методы исследований свойств и структуры отливок

Тема 9.5. Классификация дефектов отливок по ГОСТ 19200-80.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 2. Методы микроскопического анализа металлов и сплавов

Тема 2.1. Метод косо́го освещения.

Тема 2.2. Метод темнопольного освещения.

Тема 2.3. Исследования микроструктуры в поляризованном свете.

Тема 2.4. Метод фазового контраста.

Содержание практических занятий.

Изучение методов микроскопического анализа металлов и сплавов.

Раздел 3. Электронная микроскопия

Тема 3.1. Просвечивающая электронная микроскопия. Прямой метод исследования.

Косвенные методы электронной микроскопии.

Содержание практических занятий.

Изучение методов просвечивающей электронной микроскопии.

Тема 3.2. Растровая электронная микроскопия: Принцип растровой электронной микроскопии (РЭМ). Основные преимущества РЭМ.

Содержание практических занятий.

Изучение методов растровой электронной микроскопии.

Тема 3.5. Разновидности растрового электронного микроскопа. Отражательный РЭМ.

Просвечивающий РЭМ.

Содержание практических занятий.

Изучение особенностей конструкции и принципов работы растровых электронных микроскопов.

Раздел 4. Устройство и принципиальная схема растрового электронного микроскопа

Тема 4.1. Устройство растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.

Содержание практических занятий.

Изучение устройства электронной пушки растрового электронного микроскопа с термоэлектронной и автоэлектронной эмиссиями.

Тема 4.2. Принцип работы электронных линз.

Тема 4.3. Принципиальная схема растрового электронного микроскопа.  
Содержание практических занятий.  
Изучение принципа работы и принципиальной схема растрового электронного микроскопа.  
Тема 4.5. Особенности проведения исследований на РЭМ. Регистрация вторичных и отражённых электронов.  
Тема 4.6. Изучение фазового состава и топографии поверхности.  
Тема 4.7. Подготовка объектов для исследований и требования к ним. Технические возможности растрового электронного микроскопа.  
Раздел 7. Спектральный анализ материалов  
Тема 7.2. Приборы для спектрального анализа.  
Содержание практических занятий.  
Изучение конструкций приборов для спектрального анализа.  
Тема 7.3. Основные методы оптического спектрального анализа.  
Содержание практических занятий.  
Изучение основных методов спектрального анализа.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

Раздел 5. Рентгеноструктурный анализ  
Тема 5.2. Принцип работы и устройство рентгеновского аппарата.  
Содержание лабораторных занятий.  
Изучение принципа работы и устройства рентгеновского аппарата.  
Тема 5.5. Основные методы рентгеноструктурного анализа.  
Содержание лабораторных занятий.  
Изучение метода рентгенофазового анализа материалов.  
Содержание лабораторных занятий.  
Изучение метода рентгенофлуоресцентного анализа химического состава материалов.  
Содержание лабораторных занятий.  
Изучение экспресс-методов рентгенофлуоресцентного анализа химического состава материалов.  
Раздел 9. Методы исследований технологических процессов производства отливок.  
Тема 9.2. Методы исследований шихтовых и формовочных материалов.  
Содержание лабораторных занятий.  
Изучение методов определения содержания газов и газообразующих примесей в металлах и сплавах.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### Вопросы к рейтинг-контролю 1

1. Макроструктурный анализ.
2. Микроструктурный анализ.
3. Фрактографический анализ.
4. Основы световой оптической микроскопии. Принципиальная схема оптического микроскопа.
5. Метод косоугольного освещения.
6. Метод темнопольного освещения.
7. Исследования микроструктуры в поляризованном свете.
8. Метод фазового контраста.

9. Метод интерференционного получения изображения.
10. Количественные анализаторы микроструктуры.
11. Основные задачи, решаемые методами микроструктурного анализа.
12. Просвечивающая электронная микроскопия. Прямой метод исследования. Косвенные методы электронной микроскопии
13. Растровая электронная микроскопия: Принцип растровой электронной микроскопии (РЭМ). Основные преимущества РЭМ.
14. Физические основы растровой электронной микроскопии. Эффекты взаимодействия электронного луча с объектом
15. Отраженные, вторичные и поглощенные электроны.
16. Разновидности растрового электронного микроскопа. Отражательный РЭМ.
17. Просвечивающий РЭМ.

#### Вопросы к рейтинг-контролю 2

1. Устройство растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.
2. Принцип работы электронных линз.
3. Принципиальная схема растрового электронного микроскопа.
4. Несовершенства электронной оптики.
5. Особенности проведения исследований на РЭМ. Регистрация вторичных и отражённых электронов.
6. Изучение фазового состава и топографии поверхности.
7. Подготовка объектов для исследований и требования к ним. Технические возможности растрового электронного микроскопа.
8. Основы физики рентгеновских лучей, их получение.
9. Принцип работы и устройство рентгеновского аппарата.
10. Свойства рентгеновских лучей.
11. Основные задачи рентгеноструктурного анализа.
12. Основные методы рентгеноструктурного анализа.
13. Метод Лауэ. Метод вращающегося монокристалла. Рентгеноанализ поликристаллических объектов (Метод Дебая-Шеррера).
14. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Качественный рентгеноструктурный анализ.
15. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Идентификация однофазных веществ по данным о межплоскостных расстояниях
16. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Количественный рентгеноструктурный анализ
17. Применение рентгеноструктурного анализа в физическом металловедении. Рентгеноструктурный анализ стали после термической обработки. Рентгеноструктурный анализ искажений кристаллической решётки.
18. Физические основы и методология электронографического анализа.
19. Нейтронография.

#### Вопросы к рейтинг-контролю 3

1. Физические основы оптической спектроскопии.
2. Приборы для спектрального анализа.
3. Основные методы оптического спектрального анализа.
4. Источники ошибок при проведении оптико-спектрального анализа.
5. Рентгеноспектральный анализ материалов (физические основы). Главные достоинства



- рентгеноспектрального анализа. Аппаратура для рентгеноспектрального анализа.
6. Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), применение и физические основы.
  7. Рентгеновская дефектоскопия.
  8. Ультразвуковая дефектоскопия.
  9. Магнитная дефектоскопия.
  10. Капиллярные методы неразрушающего контроля
  11. Метод акустической эмиссии (АЭ)
  12. Виды дефектов отливок.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины — зачёт с оценкой.

### Контрольные вопросы к зачёту с оценкой

1. Макроструктурный анализ.
2. Микроструктурный анализ.
3. Фрактографический анализ.
4. Основы световой оптической микроскопии. Принципиальная схема оптического микроскопа.
5. Метод косо́го освещения.
6. Метод темнопольного освещения.
7. Исследования микроструктуры в поляризованном свете.
8. Метод фазового контраста.
9. Метод интерференционного получения изображения.
10. Количественные анализаторы микроструктуры.
11. Основные задачи, решаемые методами микроструктурного анализа.
12. Просвечивающая электронная микроскопия. Прямой метод исследования. Косвенные методы электронной микроскопии
13. Растровая электронная микроскопия: Принцип растровой электронной микроскопии (РЭМ). Основные преимущества РЭМ.
14. Физические основы растровой электронной микроскопии. Эффекты взаимодействия электронного луча с объектом
15. Отраженные, вторичные и поглощенные электроны.
16. Разновидности растрового электронного микроскопа. Отражательный РЭМ.
17. Просвечивающий РЭМ.
18. Устройство растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.
19. Принцип работы электронных линз.
20. Принципиальная схема растрового электронного микроскопа.
21. Несовершенства электронной оптики.
22. Особенности проведения исследований на РЭМ. Регистрация вторичных и отражённых электронов.
23. Изучение фазового состава и топографии поверхности.
24. Подготовка объектов для исследований и требования к ним. Технические возможности растрового электронного микроскопа.
25. Основы физики рентгеновских лучей, их получение.
26. Принцип работы и устройство рентгеновского аппарата.
27. Свойства рентгеновских лучей.
28. Основные задачи рентгеноструктурного анализа.
29. Основные методы рентгеноструктурного анализа.
30. Метод Лауэ. Метод вращающегося монокристалла. Рентгеноанализ

- поликристаллических объектов (Метод Дебая- Шеррера).
31. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Качественный рентгеноструктурный анализ.
  32. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Идентификация однофазных веществ по данным о межплоскостных расстояниях
  33. Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Количественный рентгеноструктурный анализ
  34. Применение рентгеноструктурного анализа в физическом металловедении. Рентгеноструктурный анализ стали после термической обработки. Рентгеноструктурный анализ искажений кристаллической решётки.
  35. Физические основы и методология электронографического анализа.
  36. Нейтронография.
  37. Физические основы оптической спектроскопии.
  38. Приборы для спектрального анализа.
  39. Основные методы оптического спектрального анализа.
  40. Источники ошибок при проведении оптико-спектрального анализа.
  41. Рентгеноспектральный анализ материалов (физические основы). Главные достоинства рентгеноспектрального анализа. Аппаратура для рентгеноспектрального анализа.
  42. Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), применение и физические основы.
  43. Рентгеновская дефектоскопия.
  44. Ультразвуковая дефектоскопия.
  45. Магнитная дефектоскопия.
  46. Капиллярные методы неразрушающего контроля.
  47. Метод акустической эмиссии (АЭ)
  48. Виды дефектов отливок.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа включает в себя следующие виды работы студентов: работа с лекционным материалом, подготовка к лабораторным работам, подготовка к экзамену, подготовка рефератов и презентаций.

Тематика самостоятельной реферативной работы студентов

Раздел 1. Металлографические методы исследования структуры

Тема 1.4. Основы световой оптической микроскопии. Принципиальная схема оптического микроскопа.

Раздел 2. Методы микроскопического анализа металлов и сплавов

Тема 2.6. Количественные анализаторы микроструктуры.

Тема 2.7. Основные задачи, решаемые методами микроструктурного анализа.

Раздел 3. Электронная микроскопия

Тема 3.5. Разновидности растрового электронного микроскопа. Отражательный РЭМ. Просвечивающий РЭМ.

Раздел 4. Устройство и принципиальная схема растрового электронного микроскопа

Тема 4.1. Устройство растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.

Тема 4.7. Подготовка объектов для исследований и требования к ним. Технические возможности растрового электронного микроскопа.

Раздел. 5. Рентгеноструктурный анализ

Тема. 5.10. Применение рентгеноструктурного анализа в физическом металловедении. Рентгеноструктурный анализ стали после термической обработки. Рентгеноструктурный анализ искажений кристаллической решётки.

Раздел 6. Электронография и нейтронография

Тема 6.1. Физические основы и методология электронографического анализа.

Тема 6.2. Нейтронография

Раздел 7. Спектральный анализ материалов

Тема 7.5. Рентгеноспектральный анализ материалов (физические основы). Главные достоинства рентгеноспектрального анализа. Аппаратура для рентгеноспектрального анализа.

Тема 7.6. Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), применение и физические основы.

Раздел 8. Неразрушающие методы контроля

Тема. 8.1. Рентгеновская дефектоскопия.

Тема. 8.2. Ультразвуковая дефектоскопия.

Тема. 8.3. Магнитная дефектоскопия.

Тема 8.4. Капиллярные методы неразрушающего контроля.

Тема 8.5. Метод акустической эмиссии (АЭ)

Раздел 9. Методы исследований технологических процессов производства отливок.

Тема 9.5. Классификация дефектов отливок по ГОСТ 19200-80.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература*		
1. Гюнтер Готтштайн Физико-химические основы материаловедения [Электронный ресурс]/ Гюнтер Готтштайн— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 401 с.	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/37110">http://www.iprbookshop.ru/37110</a> .
2. Белихов А.Б. Основы практической металлографии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белихов А.Б., Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/18391">http://www.iprbookshop.ru/18391</a> .
3. Карпухин С.Д. Атомно-силовая микроскопия [Электронный ресурс]: учебное пособие/	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/31375">http://www.iprbookshop.ru/31375</a> .

Карпухин С.Д., Быков Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 40 с.		
Дополнительная литература		
1. Бадалян В.Г. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов [Электронный ресурс]/ Бадалян В.Г., Базулин Е.Г., Вопилкин А.Х.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2008.— 368 с.	2008	<a href="http://www.iprbookshop.ru/5186">http://www.iprbookshop.ru/5186</a> .
2. Полянский В.М. Микроскопический метод исследования изломов [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе по курсу «Механика разрушения»/ Полянский В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009.— 12 с.	2009	<a href="http://www.iprbookshop.ru/31082">http://www.iprbookshop.ru/31082</a> .
3. Анищик В.М. Дифракционный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2011.— 215 с.	2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20072">http://www.iprbookshop.ru/20072</a> .

### 6.2. Периодические издания

Журналы «Вопросы материаловедения», «Материаловедение».

### 6.3. Интернет-ресурсы

[www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru),

<http://xn--80aagiccszezsw.xn--p1ai/>

<https://www.crys.ras.ru/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические/лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях.

Лекционные аудитории оборудованы проекторами. Ноутбук.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS Windows, MS PowerPoint.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. В.Н.Шаршин



Рецензент  
Заместитель генерального директора по производству  
ООО «НПО «ИнЛитТех»



А.А. Крещик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ  
Протокол № 1 от 31.08 2021 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ  В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и  
технологии материалов»

Протокол № 1 от 31.08 2021 года

Председатель комиссии  В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

