

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.10.2023 16:13:05

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Методы исследования материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Прикладная аналитика в металловедении

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 3

аудиторные занятия

8

самостоятельная работа

100

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 3 (2.1) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 19      |     |       |     |
| Неделя                                    | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Вид занятий                               |         |     |       |     |
| Практические                              | 8       | 8   | 8     | 8   |
| Итого ауд.                                | 8       | 8   | 8     | 8   |
| Контактная работа                         | 8       | 8   | 8     | 8   |
| Сам. работа                               | 100     | 100 | 100   | 100 |
| Итого                                     | 108     | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Белов Владислав Алексеевич*

Рабочая программа

**Методы исследования материалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-12.plx Прикладная аналитика в металловедении, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Прикладная аналитика в металловедении, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения и физики прочности**

Протокол от 22.05.2023 г., №11

Руководитель подразделения Никулин С.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель – получение студентами базовых знаний по методам, которые применяются в современном материаловедении для экспериментального изучения химического состава материалов, структуры, изломов, дефектности материалов, а также механическим испытаниям для формирования задач исследования, исходя из физических принципов методов исследований и технических возможностей аппаратуры для всесторонней реализации магистров направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов в различных областях и видах их профессиональной деятельности. |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Блок ОП:   |   | ФТД |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |     |
| 2.1.1      | Учебная практика  |     |
| 2.1.2      | Компьютерная металлография  |     |
| 2.1.3      | Материаловедение и технологии перспективных материалов  |     |
| 2.1.4      | Мониторинг технологий   |     |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |     |
| 2.2.1      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |     |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|  |  |
|--|--|
| <b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>   |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-5-31 Основные современные методы исследования металлических материалов, методы диагностики материалов. Возможные дефекты металлопродукции, причины их появления, методы фрактографии, механические испытания. Методы и средства измерения величин.  |  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| ПК-5-У1 Оценивать возможность применения современных методов исследования металлических материалов. Оценивать дефекты в металлоизделиях. Правильно выбирать и применять средства измерений. Ставить эксперимент, связанный с измерениями.  |  |
| <b>Владеть:</b>  |  |
| ПК-5-В1 Иметь навыки выбора современных методов исследования металлических материалов, цифровых средств сбора. Иметь навыки обнаружения дефектов в материале, наблюдения кинетики их развития. Иметь навыки изучения количественного описания структуры и излома с учетом возможностей цифровых средств сбора информации. Применения методов планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов эксперимента. |  |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы                | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|---|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Дефекты металлических материалов и методы их исследования</b> |                |       |                                    |   |            |    |                    |
| 1.1         | Введение. Классификация дефектов. Образование и обнаружение дефектов. /Пр/ | 3              | 1     | ПК-5-31 ПК-5-В1                    | Л1.3<br>Э2 Э3 Э4 Э6<br>Э7               |            |    | Р1                 |
| 1.2         | Рентгеновский анализ. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия. /Пр/       | 3              | 2     | ПК-5-31 ПК-5-У1                    | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.4<br>Э2 Э3 Э6 Э7 |            |    | Р2                 |

|   |   |   |    |                 |   |  |     |    |
|---|---|---|----|-----------------|---|--|-----|----|
| 1.3   | Самостоятельное изучение литературы по дефектам металлических материалов и основным методам их обнаружения. Проработка материала. Подготовка к написанию реферата и зачету. /Ср/                                | 3 | 50 | ПК-5-31 ПК-5-В1 | Л1.2<br>Л1.3Л2.2<br>Л2.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                           |  |     |    |
| 1.4   | Подготовка и выполнение Контрольной работы №1 /Пр/  | 3 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.6Л2.4<br>Л2.5 Л2.6<br>Э3 Э4 Э6 Э7                             |  | КМ1 |    |
| <b>Раздел 2. Проведение механических испытаний. Методы регистрации накопления дефектов. Методы исследования структуры и изломов образцов.</b> |   |   |    |                 |   |  |     |    |
| 2.1   | Химический и спектральный анализ. Оптический металлографический анализ /Пр/   | 3 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 | Л1.6<br>Л2.5Л2.1<br>Л2.6<br>Э2 Э3 Э4 Э6<br>Э7                                 |  |     | Р3 |
| 2.2   | Механические методы исследования (механические испытания). Акустическая эмиссия. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. /Пр/   | 3 | 2  | ПК-5-31 ПК-5-У1 | Л1.4<br>Л1.5Л2.3<br>Л2.6 Л2.7<br>Э2 Э3 Э4 Э6<br>Э7                            |  |     | Р4 |
| 2.3   | Самостоятельное изучение литературы по механическим испытаниям металлических материалов, металлографическому и фрактографическому анализу. Проработка материала. Подготовка к написанию реферата и зачету. /Ср/ | 3 | 50 | ПК-5-31 ПК-5-В1 | Л1.2 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.4 Л2.6<br>Л2.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 |  |     |    |
| 2.4   | Подготовка и выполнение Контрольной работы №2 /Пр/  | 3 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 | Л1.2 Л2.1<br>Л1.4<br>Л1.5Л2.4<br>Л2.7<br>Э2 Э3 Э4 Э6<br>Э7                    |  | КМ2 |    |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|     |                       |                         |  |
|-----|-----------------------|-------------------------|--|
| КМ1 | Контрольная работа №1 | ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1 | <p>При каких увеличениях проводится макроанализ и что он позволяет выявить?</p> <p>Для чего используется метод серных отпечатков?</p> <p>Назовите виды дефектов поверхности, которые можно обнаружить при макроанализе.</p> <p>Какие внутренние дефекты можно обнаружить с помощью макроанализа?</p> <p>Какую информацию можно получить с помощью анализа микроструктуры?</p> <p>Чем может быть вызвано поверхностное обезуглероживание?</p> <p>Что такое полосчатая структура?</p> <p>Какие виды коррозионных разрушений можно выявить при анализе микроструктуры?</p> <p>Химический и спектральный анализ металлических образцов. Принцип действия. Назначение.</p> <p>Оптический металлографический анализ. Как проводят при каких увеличениях?</p> <p>Рентгеновский анализ. Принцип действия. Для чего и как проводится?</p> <p>Дефектоскопия. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия. Принцип действия, назначение.</p> |
| КМ2 | Контрольная работа №2 | ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1 | <p>Классификация механических испытаний. Дать пояснение.</p> <p>Для чего и как проводят испытания на растяжение (сжатие), что и как рассчитывают по диаграмме деформации?</p> <p>Испытания на твердость. Описать методы. Принцип измерения твердости.</p> <p>Для чего и как проводят испытания на ударный изгиб, какие характеристики определяются?</p> <p>Определение температуры хрупко-вязкого перехода.</p> <p>С какой целью и как проводят испытания на вязкость разрушения (трещиностойкость), какие характеристики и как определяются?</p> <p>Для чего и как проводят испытания на выносливость, какие характеристики и как определяются?</p> <p>С какой целью и как проводят испытания на ползучесть и длительную прочность?</p> <p>Акустическая эмиссия. Принцип действия. Для чего и как применяют?</p> <p>Электронная микроскопия (сканирующая, просвечивающая). Принцип действия. Назначение.</p>                  |

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы  | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы   |
|------------|--|------------------------------------|---|
| Р1         | Классификация дефектов. Образование и обнаружение дефектов.            | ПК-5-31;ПК-5-У1                    | Изучение образования и обнаружение дефектов.  |
| Р2         | Рентгеновский анализ. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия.        | ПК-5-31;ПК-5-У1                    | Изучение рентгеновского анализа, магнитной и ультразвуковой дефектоскопии.                      |
| Р3         | Химический и спектральный анализ. Оптический металлографический анализ | ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1            | Изучение химического и спектрального анализа; изучение оптического металлографического анализа. |

|    |  |                         |  |
|----|--|-------------------------|--|
| P4 | Механические методы исследования (механические испытания).<br>Акустическая эмиссия.<br>Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. | ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1 | Изучение механических методов исследования (механические испытания), акустической эмиссии, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. |
|----|--|-------------------------|--|

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачета. Обязательным условием получения зачета является защита реферата на оценку не менее, чем «удовлетворительно».

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                                     | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год                                       |
|------|---|--|------------------------|---|
| Л1.1 | Кларк Э. Р.,<br>Эберхардт К. Н.,<br>Баженов С. Л.       | Микроскопические методы исследования материалов: монография  | Электронная библиотека | Москва: РИЦ Техносфера, 2007                            |
| Л1.2 | Газенаур Е. Г.,<br>Кузьмина Л. В.,<br>Крашенинин В. И.  | Методы исследования материалов: учебное пособие  | Электронная библиотека | Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013 |
| Л1.3 | Ежов А. А.,<br>Герасимова Л. П.                         | Дефекты в металлах: Справочник- атлас  | Библиотека МИСиС       | М.: Рус. ун-т, 2002                                     |
| Л1.4 | Золоторевский В. С.                                     | Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия'   | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 1998                                  |
| Л1.5 | Ханжин Владислав Георгиевич, Никулин Сергей Анатольевич | Применение метода акустической эмиссии при испытаниях материалов для ядерной энергетики: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. - Физика металлов и спец. - Металловедение и термическая обработка металлов | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2008                                  |

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека       | Издательство, год |
|------|--|--|------------------|-------------------|
| Л1.6 | Малинина Раиса Ивановна, Новиков В. Ю., Оленин Валерий Владимирович, др., Копецкий Чеслав Васильевич | Металлография: Разд.: Микроструктура металлических сплавов: для студ. спец. 0405, 0406, 0407 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1986   |

### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год                       |
|------|---|--|------------------------|---|
| Л2.1 | Дженкинс Г., Ватс Д.  | Спектральный анализ и его приложения   | Электронная библиотека | Москва: Мир, 1971                       |
| Л2.2 | Виноградов В. В., Виноградов А. В., Морозов М. И., Румянцева В. И., Румянцева В. И. | Физико-химические методы исследования материалов: учебно-методическое пособие  | Электронная библиотека | Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019 |
| Л2.3 | Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.                        | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов   | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgy, 1982                    |
| Л2.4 | Бублик Владимир Тимофеевич, Мильвидский Андрей Михайлович                           | Методы исследования материалов и структур электроники. Рентгеновская дифракционная микроскопия: курс лекций  | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006                         |
| Л2.5 | Новиков И. И.   | Металлография: Лаб. практикум для студ. спец. 0407, специализации 'Металловедение и термическая обработка цветных металлов'  | Библиотека МИСиС       | , 1984                                  |
| Л2.6 | Дьяконова Н. П., Иванов А. Н.   | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Разд.: Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указания для выполнения дом. заданий 'Расчет концентраций элементов по данным MAP' для студ. спец. 11.01, 11.04, 11.05, 11.06, 11.07, 11.10, 11.04а | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1991                         |
| Л2.7 | Скаков Юрий Александрович   | Дифракционная электронная микроскопия сплавов: курс лекций   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1971                         |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Журнал MiTOM  | <a href="http://mitom.folium.ru">http://mitom.folium.ru</a>               |
| Э2 | В мире металлургии  | <a href="http://www.steeltimes.ru">http://www.steeltimes.ru</a>           |
| Э3 | Интернет-журнал про металлы и сплавы  | <a href="https://metalloy.ru">https://metalloy.ru</a>                     |
| Э4 | Общепросветительский портал, ориентированный на студентов технических вузов, обучающихся по специальностям металлодобыча и металлообработка | <a href="http://www.metalspace.ru">http://www.metalspace.ru</a>           |
| Э5 | The World Steel Association   | <a href="http://www.worldsteel.org">http://www.worldsteel.org</a>         |
| Э6 | Материаловедение  | <a href="http://www.materialscience.ru">http://www.materialscience.ru</a> |
| Э7 | Портал о металлах и сплавах   | <a href="https://dokmetall.ru">https://dokmetall.ru</a>                   |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|   |   |
|---|---|
| П.1   | Win Pro 10 32-bit/64-bit  |
| П.2   | Microsoft Office  |
| П.3   | LMS Canvas  |
| <b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b> |   |
| И.1   | 1 <a href="http://mitom.folium.ru;">http://mitom.folium.ru;</a>                   |
| И.2   | 2 <a href="https://metalloy.ru;">https://metalloy.ru;</a>                         |
| И.3   | 3 <a href="http://www.steeltimes.ru;">http://www.steeltimes.ru;</a>               |
| И.4   | 4 <a href="https://metallcheckiy-portal.ru;">https://metallcheckiy-portal.ru;</a> |
| И.5   | 5 <a href="http://www.metalspace.ru;">http://www.metalspace.ru;</a>               |
| И.6   | 6 <a href="http://www.worldsteel.org;">http://www.worldsteel.org;</a>             |
| И.7   | 7 <a href="http://www.materialscience.ru;">http://www.materialscience.ru;</a>     |
| И.8   | 8 <a href="https://dokmetall.ru">https://dokmetall.ru</a>                         |

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                           | Назначение   | Оснащение   |
|--------------------------------|--|---|
| Любой корпус<br>Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| A-211                          | Лаборатория  | "дистанц. радиоуправл. д/экр., моноблок - 1 шт, документ-камера, проектор мультимедийный, система видеоконференции, экран настенный, коллекция образцов, микроскопы 11 ед., твердомер"  |
| A-213                          | Учебная аудитория  | проектор мультимедийный, моноблок -1 шт, печь камерная, печь муфельная 5 ед.  |
| Читальный зал №3 (Б)           |  | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.    |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение по дисциплине "Методы исследования материалов" организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы MS Power Point. Практические занятия проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства. Текущий контроль, написание и защита реферата проводятся с целью выявить полученные в результате изучения дисциплины знания, навыки и умения студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и практических занятий, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ «МИСиС» и курс в LMS Canvas. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время практических занятий и в результате защиты реферата.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и лично в назначенные часы консультаций.

Для полноценного изучения дисциплины «Методы исследования материалов» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке магистров по направлению 22.04.01

Материаловедение и технологии материалов. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.