



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы
Metallургия черных металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

31.01.2023, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Согласовано:

Зав. кафедрой Metallургии и химических технологий

 А.С. Харченко

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук

 Ю.Ю. Ефимова

31.01.2023, протокол № 6

Рецензент:

профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук

 Н.В. Копцева

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» являются:

- развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общепрофессиональной и профессиональной компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy;
- 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 исследования материалов и процессов входит в обязательную 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 сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК-4.1	Выбирает и применяет методы и средства измерения для определения свойств материалов и изделий из них
ОПК-4.2	Проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 75,2 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 33,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Классификация материалов и особенности исследования различных материалов	5	2	4		5	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка доклада.	Реферат и доклад	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		2	4		5			
2.								
2.1 Оптическая, просвечивающая и сканирующая (растровая) электронная, сканирующая зондовая микроскопия	5	4	12		6	Подготовка к лабораторным работам 1-3	Защита лабораторных работ: «Изучение устройства и принципов работы стереомикроскопа», «Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа», «Сканирующая зондовая микроскопия». Решение тестов 1-3.	ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.2 Методы определения размеров структурных элементов		2	10		5	Подготовка к лабораторной работе 4	Защита лабораторной работы: «Количественный анализ параметров микроструктуры»	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		6	22		11			

3.								
3.1 Рентгеновские методы исследования		2	4		5	Подготовка к лабораторной работе 5	Защита лабораторной работы «Микрорентгеноспектральный анализ». Решение теста 4.	ОПК-4.1, ОПК-4.2
3.2 Испытания механических свойств	5	2	12		5	Подготовка к лабораторным работам 6-10	Защита лабораторных работ: «Оценка механических свойств стали (испытание на растяжение, ударный изгиб, твердость и микротвердость)», «Количественный анализ доли вязкой составляющей излома». Решение теста 5.	ОПК-4.1, ОПК-4.2
3.3 Термические методы исследования материалов		2	4		2	Подготовка к лабораторной работе 11	Защита лабораторной работы: «Дилатометрический анализ структурных превращений в сталях»	ОПК-4.1, ОПК-4.2
3.4 Спектральный анализ материалов		2	4		3,1	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка доклада.	Реферат и доклад	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		8	24		15,1			
4.								
4.1 Неразрушающие методы контроля	5	2	4		2	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка доклада	Реферат	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		2	4		2			
Итого за семестр		18	54		33,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18	54		33,1		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для 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.

В качестве интерактивных методов обучения используются:

- опережающая самостоятельная работа и работа в команде при выполнении лабораторных работ;
- проблемное обучение при поиске информационных источников, составлении и написании реферата по полученным индивидуальным заданиям.

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, 2020. — 226 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05475-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454192> (дата обращения: 02.03.2023).

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 // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/438493> (дата обращения: 20.04.2023).

б) Дополнительная литература:

1. Механические свойства металлов: статические испытания: учебное пособие / В. С. Золоторевский, В. К. Портной, А. Н. Солонин, А. С. Просвиряков. — Москва: МИСИС, 2013. — 116 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117123> (дата обращения: 02.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Механические свойства металлов. Часть 2: лабораторный практикум: учебное пособие / В. С. Золоторевский, В. К. Портной, А. Н. Солонин [и др.]. — Москва: МИСИС, 2021. — 72 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178067> (дата обращения: 17.04.2023). — 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: 02.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. 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://www.pnn.unn.ru/UserFiles/lectures/Mironov_SPM_Book.pdf (дата обращения 17.04.2023)

5. Носов В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов / В. В. Носов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-6794-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152451> (дата обращения: 20.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий оснащены лабораторным оборудованием:
 - «Лаборатория оптической микроскопии»:
 - анализатором стереоизображений поверхности твердых тел на базе стереомикроскопа Meiji Techno RZ-B;
 - анализатором микроструктуры твердых тел на базе металлургического инвертированного микроскопа Zeiss Axio Observer 3;
 - системой обработки изображений на базе ПО «Thixomet PRO».
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория механических испытаний»:
 - микротвердомером BuehlerMicromet 5103 Buehler;
 - универсальным твердомером M4C075G3 EmcoTest;
 - напольной универсальной испытательной двухколонной машиной AG IC-300 kN Shimadzu Corp;
 - напольной универсальной испытательной двухколонной машиной AG IC-50 kN Shimadzu Corp;
 - видеоэкстензометром TRWiew XShimadzu Corp;
 - копром маятниковым МК 300 ООО «ИМПУЛЬС»;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория сканирующей электронной микроскопии»:
 - электронным сканирующим микроскопом JEOL JSM – 6490LV;
 - камерой шлюзовой с системой управления шлюзом для растрового электронного микроскопа MP 6490 LV;
 - системой микроанализа INCA Energy 450 x-MAX 50 Premium, HKL Premium EBSD System Nordlys II 2 S Oxford InstrumentsLtd;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория физического моделирования деформационных процессов»:
 - исследовательским комплексом Gleeble 3500;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория зондовой микроскопии»:
 - сканирующим зондовым микроскопом NanoEducator II;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Темы для реферата

- Классификация материалов и особенности исследования различных материалов.
- Неразрушающие методы контроля (визуально-оптический, рентгеновская и гамма-дефектоскопия, ультразвуковая дефектоскопия, капиллярные методы контроля, магнитные методы неразрушающего контроля).
- Спектральные методы анализа.
- Термические методы анализа.

Перечень лабораторных работ:

- Измерение твердости;
- Микротвердость;
- Определение механических свойств металла и построение кривых упрочнения по диаграмме растяжения;
- Испытание на ударную вязкость;
- Изучение устройства и принципов работы стереомикроскопа;
- Количественный анализ доли вязкой составляющей излома;
- Определение количественных характеристик микроструктуры с помощью компьютерной системы анализа изображений Thixomet PRO;
- Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа;
- Сканирующая зондовая микроскопия;
- Микрорентгеноспектральный анализ;
- Дилатометрический анализ структурных превращений в сталях.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
ОПК-4.1	Выбирает и применяет методы и средства измерения для определения свойств материалов и изделий из них	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оптическая микроскопия. Основные понятия – разрешающая способность, предел разрешения, дифракционный предел. Устройство оптического микроскопа. 2. Микроскопия комбинационного рассеяния света – конструкция, применение. 3. Микроскопия с насыщением люминесценции (STED) – конструкция, применение. 4. Конфокальная микроскопия – конструкция, применение. 5. ПЭМ. Основы просвечивающей электронной микроскопии. Конструкция ПЭМ. Формирование луча. 6. Возможности и применение ПЭМ. Объекты исследования. Достоинства и недостатки метода ПЭМ. Области применения ПЭМ. 7. РЭМ. Физические основы РЭМ. Устройство и работа РЭМ. 8. Технические возможности РЭМ. Конструкция РЭМ. Применение. МРСА. 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. 12. СЗМ. Магнитно-силовая микроскопия – устройство, принципы работы, применение. <p>Выбрать методы и средства измерения для определения свойств материалов и</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>изделий из них: метод измерения твердости:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для материалов низкой твердости; - для материалов средней твердости; - для материалов высокой твердости; - для массивных изделий и сложной формы; - для тонких образцов. <p>метод исследовани:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для определения размера зерна в крупнозернистых материалах; - для определения размера зерна в ультрамелкозернистых материалах; - для исследования дислокационной структуры; - для исследования микрорельефа поверхности
ОПК-4.2	Проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы физики рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. 2. Основные методы рентгеноструктурного анализа. 3. Методы РСА – Лауэ, Косселя. 4. Методы РСА – метод вращения, порошка. 5. Основные методы рентгеноспектрального анализа. Общее устройство спектрометров. 6. Методы рентгеноспекрального анализа – качественный, полуколичественный, количественный. 7. Статические методы определения механических свойств. 8. Динамические методы определения механических свойств. 9. Циклические методы определения механических свойств. 10. Неразрушающие методы контроля. <p>Описать методику проведения экспериментальные исследования и основные приемы обработки и представления полученных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения балла зерна;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none">- определения дисперсности перлита;- определения количества неметаллических включений;- измерение твердости по Виккерсу;- измерение твердости по Роквеллу;- измерение твердости по Бринеллю;- измерение микротвердости;- определение ударной вязкости металлов.

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

Примерная структура и содержание пункта:

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.

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.