



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

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И
ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1
Семестр	1

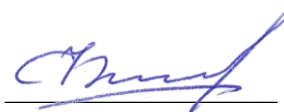
Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

23.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой

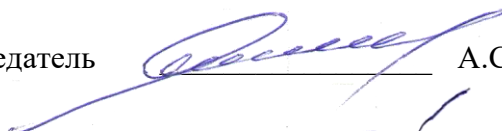


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

04.02.2025 г. протокол № 4

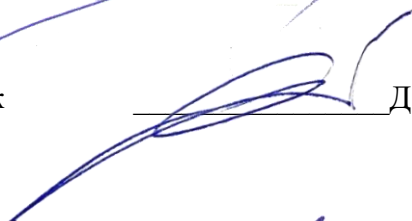
Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук



Д.А. Горленко

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

подготовка к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью образовательной программы магистратуры и видами профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Современные методы исследования материалов и процессов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Дисциплина "Современные методы исследования материалов и процессов" базируется на дисциплинах, которые изучали обучающиеся на предыдущем уровне образования - бакалавриате или специалитете.

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

Современные конструкционные и инструментальные материалы

Контроль технологических процессов на металлургических предприятиях с использованием искусственного интеллекта

Организация научно-практических исследований

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен проводить анализ технологических и физических процессов различных способов литья сплавов для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов
ПК-2.1	Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов различных способов литья сплавов с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий
ПК-2.2	Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений; науки и практики
ПК-2.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений
ПК-4	Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства

ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 16,1 акад. часов;
- аудиторная – 16 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 91,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

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. Введение								
1.1 Классификация методов исследований для изучения структуры и свойств материалов и процессов	1			1	8,2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу				1	8,2			
2. Механические испытания								
2.1 Статические испытания	1			2	9	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2.2 Динамические испытания				1	12	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу				3	21			
3. Микроструктурный анализ								
3.1 Оптическая микроскопия	1			2	12	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3.2 Электронная микроскопия				2	9	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу				4	21			
4. Методы анализа с использованием рентгеновских лучей								
4.1 Рентгеноспектральный микроанализ	1			2	12	Самостоятельное изучение	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3,

						литературы		ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4.2 Рентгенофазовый анализ	1			2	11	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу				4	23			
5. Спектроскопические методы исследования								
5.1 Оптико-эмиссионный анализ	1			2	9	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5.2 Рентгенофлуоресцентный анализ				2	7,9	Самостоятельное изучение литературы	Зачет	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу				4	18,7			
Итого за семестр				16	90,1		зачёт	
Итого по дисциплине				16	91,9		зачет	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины применяются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационные образовательные технологии. При использовании традиционных образовательных технологий учебные занятия выполняются в форме практических занятий и лабораторных работ. Теоретический материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных работ используются интерактивные образовательные технологии, что предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников. Занятия организуются в виде лабораторного эксперимента с последующим групповым анализом полученных результатов. Используется также разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение учебной и научной литературы, а также самостоятельную проработку тем в процессе подготовки к текущему и промежуточному контролю.

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

а) Основная литература:

1. Короткова, Л. П. Контроль качества материалов (в машиностроительном производстве) : учебное пособие / Л. П. Короткова, Д. Б. Шатько, Д. М. Дубинкин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 171 с. — ISBN 978-5-89070-817-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6662> (дата обращения: 29.01.2025).

2. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210458> (дата обращения: 29.01.2025).

б) Дополнительная литература:

1. Дубов, Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 224 с. — ISBN 978-5-89070-791-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6659> (дата обращения: 29.01.2025).

2. Турилина, В. Ю. Материаловедение : механические свойства металлов . Термическая обработка металлов . Специальные стали и сплавы : учебное пособие / В. Ю. Турилина ; под редакцией С. А. Никулина. — Москва : МИСИС, 2013. — 154 с. — ISBN 978-5-87623-680-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117263> (дата обращения: 29.01.2025).

в) Методические указания:

1. Завалишин А.Н., Горленко Д.А. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012.

2. Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А., Барышников М.П. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 6с.

3. Ефимова Ю.Ю., Никитенко О.А., Копцева Н.В. Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указ. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 10 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
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.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:

Лаборатория пробоподготовки ЦКП ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова"
(ул.Ленинградская,79)

1. Линия пробоподготовки фирмы Buehler (включающая абразивный отрезной станок DELTA ABRASIMET, автоматический запрессовочный станок Simplimet 1000, шлифовально-полировальную машину PHOENIX 4000, линейный прецизионный отрезной станок IZOMET 4000);
2. Микротвердомер Buehler Micromet с механизированным столиком
3. Универсальный твердомер (для измерения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу) M4C075G3 EmcoTest
4. Универсальные гидравлические разрывные машины для испытаний на сжатие-растяжение
5. Копер маятниковый МК300
6. Установки для испытаний на изнашивание.
7. Инвертированный металлургический микроскопы Meiji Techno IM7200
8. Компьютерные системы анализа изображений ThixometPro
9. Стереомикроскоп Meiji Techno RZ-B
10. Сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6490LV с приставками:
11. INCA Energy – для микрорентгеноспектрального анализа,
INCA Crystal400 – для анализа картин дифракции обратнорассеянных электронов
12. Исследовательский комплекс Gleeble 3500 для моделирования процессов плавления, термической и химико-термической обработки, нагрева, холодной и горячей пластической деформации, пластической деформации, сварки.
13. Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000
14. Рентгенофлюоресцентный спектрометр
15. Дифференциально-сканирующий калориметр

Лаборатория пробоподготовки (ауд.207)

1. Оборудование для приготовления шлифов:
2. Отрезные, шлифовальные и полировальные круги.
3. Оборудование для травления шлифов.

Лаборатория механических испытаний (ауд.212 пр-т Ленина 38)

1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.
2. Мерительный инструмент.
3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.
4. Микротвердомер.
5. Установки для испытаний на кручение, выдавливание, перегиб

Лаборатория термической обработки (ауд.205 пр-т Ленина 38)

1. Печи термические
2. Установка плазменной закалки
3. Приборы для измерения твердости по методу Роквелла

Лаборатория металлографии (ауд.203,209,211 пр-т Ленина 38)

1. Металлографические микроскопы Неофот, METAM 32M
2. Инвертированный металлургический микроскоп MeijiTechno IM7200
3. Компьютерные системы анализа изображений SIAMS-600 и ThixometPro
4. Микроскопы MICRAY CMI-400
5. Твердомер универсальный МЕТОЛАБ 701

Литейная лаборатория (пр-т Ленина 38)

1. Плавильные и термические печи
2. Оборудование для приготовления формовочных смесей

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для устного опроса:

1. Назначение и область применения оптико-эмиссионного анализа химического состава.
2. Назначение и область применения рентгено-флюоресцентного анализа химического состава.
3. Назначение и область применения оптической микроскопии.
4. Назначение и область применения сканирующей электронной микроскопии.
5. Назначение и область применения просвечивающей электронной микроскопии.
6. Назначение и область применения рентгеноструктурного анализа.
7. Назначение и область применения рентгеноструктурного анализа.
8. Назначение и область применения механических испытаний.

Вопросы к аттестации (зачету):

1. Опасные и вредные факторы при работе на оптико-эмиссионном спектрометре.
2. Опасные и вредные факторы при работе на рентгено-флюоресцентном спектрометре.
3. Опасные и вредные факторы при работе на оптическом микроскопе.
4. Опасные и вредные факторы при работе на электронном микроскопе.
5. Опасные и вредные факторы при работе на твердомере и микротвердомере.
6. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на растяжение и сжатие.
7. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на многоцикловую усталость.
8. Опасные и вредные факторы при определении ударной вязкости.
9. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на ударную и ударно-абразивную износостойкость.
10. Рентгеновское излучение и характер его воздействия на окружающую среду.
11. β -излучение и характер его воздействия на окружающую среду.
12. Укажите порядок подготовки образцов для оптико-эмиссионного исследования химического состава, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.
13. Укажите порядок подготовки образцов для рентгено-флуоресцентного исследования химического состава, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.
14. Укажите порядок подготовки образцов для металлографического исследования, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.
15. Укажите порядок подготовки образцов для рентгеноструктурного анализа, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.
16. Укажите порядок подготовки образцов для механических испытаний, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.
17. Изобразите условную схему оптико-эмиссионного спектрометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
18. Изобразите условную схему рентгено-флюоресцентного спектрометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.

19. Изобразите условную схему оптического микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
20. Изобразите условную схему сканирующего электронного микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
21. Изобразите условную схему просвечивающего электронного микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
22. Изобразите условную схему рентгеновского дифрактометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
23. Изобразите условную схему твердомера и микротвердомера, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
24. Изобразите условную схему универсальной испытательной машины, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
25. Изобразите условную схему маятникового копра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
26. Изобразите условную схему установок для определения абразивной и ударно-абразивной износостойкости, в том числе узлы, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
27. Образцы для оптико-эмиссионного анализа (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
28. Образцы для рентгено-флюоресцентного анализа (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
29. Образцы для оптической металлографии (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
30. Образцы для сканирующей электронной микроскопии (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
31. Образцы для просвечивающей электронной микроскопии (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
32. Образцы для рентгеноструктурного анализа (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
33. Образцы для определения твердости и микротвердости (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
34. Образцы для испытания на растяжение и сжатие (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
35. Образцы для испытания на многоцикловую усталость (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
36. Образцы для испытания на ударную вязкость (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
37. Образцы для испытания на абразивную и ударно-абразивную износостойкость (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
38. Укажите ГОСТы, связанные с определением химического состава.
39. Укажите ГОСТы, связанные с определением параметров микроструктуры.
40. Укажите ГОСТы, связанные с определением твердости и микротвердости.
41. Укажите ГОСТы, связанные с определением химического состава.
42. Укажите ГОСТы, связанные с испытаниями на растяжение и сжатие.
43. Укажите ГОСТы, связанные с испытаниями на ударную вязкость и усталость.
44. Укажите ГОСТы, связанные с испытаниями на абразивную и ударно-абразивную износостойкость.
45. Перечислите основные требования к образцам для оптико-эмиссионного.
46. Перечислите основные требования к образцам для рентгено-флюоресцентного анализа.
47. Перечислите основные требования к образцам для оптической металлографии.

48. Перечислите основные требования к образцам для сканирующей электронной микроскопии.
49. Перечислите основные требования к образцам для просвечивающей электронной микроскопии.
50. Перечислите основные требования к образцам для рентгеноструктурного анализа.
51. Перечислите основные требования к образцам для определения твердости и микротвердости.
52. Перечислите основные требования к образцам для испытания на растяжение и сжатие.
53. Перечислите основные требования к образцам для испытания на многоцикловую усталость.
54. Перечислите основные требования к образцам для испытания на ударную вязкость.
55. Перечислите основные требования к образцам для испытания на абразивную и ударно-абразивную износостойкость.

7 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
ПК-2: Способен проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливке стали для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов		
ПК-2.1	Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливке стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий	1. Образцы для оптико-эмиссионного анализа (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 2. Образцы для рентгено-флюоресцентного анализа (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 3. Образцы для оптической металлографии (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 4. Образцы для сканирующей электронной микроскопии (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 5. Образцы для просвечивающей электронной микроскопии (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 6. Образцы для рентгеноструктурного анализа (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 7. Образцы для определения твердости и микротвердости (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 8. Образцы для испытания на растяжение и сжатие (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 9. Образцы для испытания на многоцикловую усталость (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 10. Образцы для испытания на ударную вязкость (агрегатное состояние, физико-химические свойства). 11. Образцы для испытания на абразивную и ударно-абразивную износостойкость (агрегатное состояние, физико-химические свойства).
ПК-2.2	Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством	56. Перечислите основные требования к образцам для оптико-эмиссионного.

	продукции с учетом современных достижений; науки и практики	57. Перечислите основные требования к образцам для рентгено-флюоресцентного анализа. 58. Перечислите основные требования к образцам для оптической металлографии. 59. Перечислите основные требования к образцам для сканирующей электронной микроскопии.
ПК-2.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений	1. Изобразите условную схему оптико-эмиссионного спектрометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 2. Изобразите условную схему рентгено-флюоресцентного спектрометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 3. Изобразите условную схему оптического микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 4. Изобразите условную схему сканирующего электронного микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 5. Изобразите условную схему просвечивающего электронного микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 6. Изобразите условную схему рентгеновского дифрактометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 7. Изобразите условную схему твердомера и микротвердомера, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 8. Изобразите условную схему универсальной испытательной машины, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды. 9. Изобразите условную схему маятникового копра, в том числе узлы прибора, представляющие

		опасность для персонала, окружающей среды. 10. Изобразите условную схему установок для определения абразивной и ударно-абразивной износостойкости, в том числе узлы, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.
ПК-4: Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции		
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; принципы проведения экспертизы металлов и металлоизделий; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства	1. Укажите ГОСТы, связанные с определением химического состава. 2. Укажите ГОСТы, связанные с определением параметров микроструктуры. 3. Укажите ГОСТы, связанные с определением твердости и микротвердости. 4. Укажите ГОСТы, связанные с определением химического состава. 5. Укажите ГОСТы, связанные с испытаниями на растяжение и сжатие. 6. Укажите ГОСТы, связанные с испытаниями на ударную вязкость и усталость. 7. Укажите ГОСТы, связанные с испытаниями на абразивную и ударно-абразивную износостойкость
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии	1. Укажите порядок подготовки образцов для рентгено-флуоресцентного исследования химического состава, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности. 2. Укажите порядок подготовки образцов для металлографического исследования, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности. 3. Укажите порядок подготовки

		образцов для рентгеноструктурного анализа, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности. 4. Укажите порядок подготовки образцов для механических испытаний, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику	1. Опасные и вредные факторы при работе на оптико-эмиссионном спектрометре. 2. Опасные и вредные факторы при работе на рентгено-флюоресцентном спектрометре. 3. Опасные и вредные факторы при работе на оптическом микроскопе. 4. Опасные и вредные факторы при работе на электронном микроскопе. 5. Опасные и вредные факторы при работе на твердомере и микротвердомере. 6. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на растяжение и сжатие. 7. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на многоцикловую усталость. 8. Опасные и вредные факторы при определении ударной вязкости. 9. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на ударную и ударно-абразивную износостойкость.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме **зачета**.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

Оценка «**зачтено**» ставится, если обучающийся демонстрирует сформированность компетенций не ниже порогового уровня: в ходе контрольных мероприятий могут допускаться ошибки, проявляющиеся в отсутствии отдельных знаний, умений, навыков.

– **«не зачтено»** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.