



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

05.02.2026 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

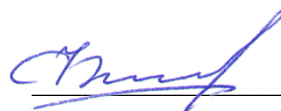
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2026 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения
22.01.2026, протокол № 4

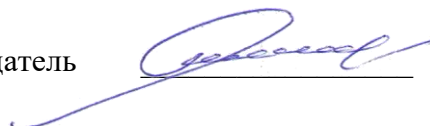
Зав. кафедрой



Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

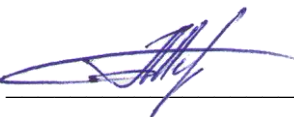
Рабочая программа составлена:
доцент кафедры кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук



А.Б. Бойко

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю.

Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 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

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 академических часов, в том числе:

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

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических 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. Контрольное тестирование	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. Контрольно-тестирование	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	Контрольное тестирование. 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-коммуникационная 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. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие для вузов / С. В. Сапунов. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-6367-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/491399> (дата обращения: 20.01.2026).

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: 20.01.2026).

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: 20.01.2026).

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: 20.01.2026).

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	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://www.elibrary.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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: 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, МЕТАМ 32М
2. Инвертированный металлургический микроскоп MeijiTechno IM7200
3. Компьютерные системы анализа изображений SIAMS-600 и ThixometPro
4. Микроскопы MICRAY СМІ-400
5. Твердомер универсальный МЕТОЛАБ 701

Литейная лаборатория (пр-т Ленина 38)

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

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.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Современные методы исследования материалов и процессов» предусмотрено выполнение практических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Методические указания по подготовке к тестированию

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

Пример тестового задания

Выберите один правильный ответ.

1. Что понимается под механическими испытаниями материалов?
 - А) Только визуальный осмотр поверхности образца
 - Б) Исследование способности материала к механическому нагружению до разрушения или до определенной деформации
 - В) Исключительно химический анализ состава материала
 - Г) Определение цвета и блеска поверхности
2. Какие виды нагружения относятся к статическим испытаниям материалов?
 - А) Ударные нагрузки с высокой скоростью деформации
 - Б) Растяжение, сжатие, изгиб с малыми испытательными скоростями
 - В) Циклические знакопеременные нагрузки
 - Г) Только испытания на трение и износ
3. Чем отличаются динамические испытания от статических?
 - А) Проводятся только при высоких температурах
 - Б) Образец подвергается ударному нагружению или периодическому воздействию в течение длительного времени
 - В) Не требуют разрушения образца
 - Г) Используются только для полимерных материалов
4. Что из перечисленного относится к неразрушающим методам испытаний?
 - А) Испытание на растяжение до разрыва
 - Б) Испытание на ударную вязкость
 - С) Рентгеновская дифракция и ультразвуковой контроль
 - Д) Испытание на кручение до разрушения
5. Какая информация может быть получена методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ)?
 - А) Только цвет материала в отраженном свете
 - Б) Определение фазового состава, ориентационных соотношений между фазами и характеристика дефектов кристаллической структуры

- В) Только макроскопическая твердость образца
 Г) Исключительно химический состав без структурной информации
6. Какой метод позволяет исследовать структуру поверхности материала и одновременно получать информацию о его химическом составе?
 А) Только оптическая микроскопия
 Б) Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) с детектором характеристического рентгеновского излучения
 В) Испытание на растяжение
 Г) Метод измерения твердости по Бринеллю
7. Что определяет закон Брэгга в рентгеноструктурном анализе?
 А) Цвет дифракционных максимумов
 Б) Условие возникновения дифракционных максимумов при отражении рентгеновских лучей от кристаллической решетки
 В) Температуру плавления образца
 Г) Скорость распространения звука в материале
8. Какие дефекты кристаллической структуры можно исследовать методами электронной микроскопии?
 А) Только точечные дефекты
 Б) Дислокации, дефекты упаковки, двойники и границы зерен
 В) Только макроскопические поры
 Г) Исключительно включения второй фазы размером более 100 мкм
9. В чем заключается преимущество рентгеновской дифракции с использованием синхротронного излучения?
 А) Низкая стоимость оборудования
 Б) Высокое пространственное разрешение, неразрушающий характер и возможность исследования как поверхности, так и внутренней структуры материалов
 В) Простота пробоподготовки
 Г) Возможность проводить испытания без электроснабжения
10. Для чего используется метод дифракции обратнорассеянных электронов (EBSD) в СЭМ?
 А) Для определения твердости материала
 Б) Для анализа кристаллографической ориентации зерен и их разориентации
 В) Только для измерения плотности материала
 Г) Для определения температуры плавления

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-флуоресцентного 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-флуоресцентного 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 продукции с учетом	<ol style="list-style-type: none"> 56. Перечислите основные требования к образцам для оптико-эмиссионного. 57. Перечислите основные требования к

	современных достижений; науки и практики	<p>образцам для рентгено-флюоресцентного анализа.</p> <p>58. Перечислите основные требования к образцам для оптической металлографии.</p> <p>59. Перечислите основные требования к образцам для сканирующей электронной микроскопии.</p>
ПК-2.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений	<p>1. Изобразите условную схему оптико-эмиссионного спектрометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>2. Изобразите условную схему рентгено-флюоресцентного спектрометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>3. Изобразите условную схему оптического микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>4. Изобразите условную схему сканирующего электронного микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>5. Изобразите условную схему просвечивающего электронного микроскопа, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>6. Изобразите условную схему рентгеновского дифрактометра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>7. Изобразите условную схему твердомера и микротвердомера, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>8. Изобразите условную схему универсальной испытательной машины, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>9. Изобразите условную схему маятникового копра, в том числе узлы прибора, представляющие опасность для персонала, окружающей среды.</p> <p>10. Изобразите условную схему</p>

		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	<p>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</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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 <p>Пример теста по механическим испытаниям. Выберите один правильный вариант ответа. 1. Что характеризует предел прочности при растяжении (временное сопротивление)? А) Способность материала восстанавливать форму после снятия нагрузки Б) Максимальное напряжение, которое выдерживает материал без разрушения В) Напряжение, при котором начинается пластическая деформация Г) Относительное удлинение образца после разрыва 2. Какая характеристика определяется при испытаниях на твердость по методу Бринелля? А) Диаметр отпечатка при вдавливании стального шарика Б) Глубина проникновения алмазной пирамидки В) Высота отскока бойка Г) Угол упругого восстановления поверхности 3. В чем суть испытаний на ударную вязкость?</p>

		<p>А) Медленное растяжение образца до разрушения</p> <p>Б) Определение работы разрушения образца с надрезом при динамическом нагружении на маятниковом копре</p> <p>В) Циклическое нагружение образца до появления трещины</p> <p>Г) Сжатие образца между двумя плитами до появления трещин</p> <p>4. Что такое предел текучести материала?</p> <p>А) Напряжение, соответствующее максимальной нагрузке на диаграмме растяжения</p> <p>Б) Напряжение, при котором происходит заметный рост деформации без увеличения нагрузки (наличие площадки текучести)</p> <p>В) Напряжение, при котором образец разрушается</p> <p>Г) Напряжение, соответствующее упругой деформации</p> <p>5. Какие характеристики можно определить по результатам испытаний на циклическую усталость?</p> <p>А) Предел прочности и относительное удлинение</p> <p>Б) Предел выносливости и число циклов до разрушения</p> <p>В) Твердость и ударную вязкость</p> <p>Г) Модуль упругости и коэффициент Пуассона</p> <p>6. Чем отличается измерение твердости по Виккерсу от измерения по Бринеллю?</p> <p>А) Используется алмазная пирамида, а не стальной шарик</p> <p>Б) Не требует приложения нагрузки</p> <p>В) Может проводиться только при высоких температурах</p> <p>Г) Не подходит для металлических материалов</p> <p>7. Что такое относительное удлинение после разрыва?</p> <p>А) Отношение конечной длины образца к начальной, выраженное в процентах</p> <p>Б) Максимальное напряжение в момент разрыва</p> <p>В) Диаметр шейки образца в месте разрыва</p> <p>Г) Время, затраченное на испытание до разрушения</p> <p>Пример теста по методам анализа с использованием рентгеновских лучей. Выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>1. Что является физической основой</p>
--	--	---

		<p>рентгеноспектрального микроанализа (РСМА)?</p> <p>А) Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке Б) Возбуждение характеристического рентгеновского излучения атомов под действием электронного пучка В) Поглощение рентгеновских лучей веществом Г) Томографическое восстановление трехмерного изображения</p> <p>2. Для каких целей используется рентгенофазовый анализ (РФА)?</p> <p>А) Для определения химического состава в микрообъеме Б) Для идентификации кристаллических фаз и определения параметров их кристаллической решетки В) Для изучения морфологии поверхности Г) Для измерения твердости материала</p> <p>3. Какое явление лежит в основе рентгенофазового анализа?</p> <p>А) Характеристическое рентгеновское излучение Б) Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке (закон Брэгга) В) Оже-эмиссия электронов Г) Термическое расширение при нагреве</p> <p>4. Какой метод позволяет определить элементный состав материала в точке с помощью рентгеновского спектра?</p> <p>А) Рентгеноструктурный анализ монокристаллов Б) Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) или энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия (ЭДС) В) Рентгеновская томография Г) Метод Дебая-Шеррера</p> <p>5. Какая информация необходима для идентификации фазы методом РФА?</p> <p>А) Цвет и блеск образца Б) Набор межплоскостных расстояний (d-спейсингов) и относительных интенсивностей дифракционных максимумов В) Только температура плавления образца Г) Плотность и пористость материала</p> <p>6. В чем заключается разница между энергодисперсионным (ЭДС) и волнодисперсионным (ВДС) рентгеноспектральным анализом?</p> <p>А) В типе используемого излучения (синхротронное или лабораторное) Б) В способе разложения рентгеновского</p>
--	--	--

		<p>излучения в спектр (по энергии или по длине волны)</p> <p>В) В возможности анализа легких элементов</p> <p>Г) Только в стоимости оборудования</p> <p>Пример тестового задания</p> <p>Выберите один правильный ответ.</p> <p>1. Что понимается под механическими испытаниями материалов?</p> <p>А) Только визуальный осмотр поверхности образца</p> <p>Б) Исследование способности материала к механическому нагружению до разрушения или до определенной деформации</p> <p>В) Исключительно химический анализ состава материала</p> <p>Г) Определение цвета и блеска поверхности</p> <p>2. Какие виды нагружения относятся к статическим испытаниям материалов?</p> <p>А) Ударные нагрузки с высокой скоростью деформации</p> <p>Б) Растяжение, сжатие, изгиб с малыми испытательными скоростями</p> <p>В) Циклические знакопеременные нагрузки</p> <p>Г) Только испытания на трение и износ</p> <p>3. Чем отличаются динамические испытания от статических?</p> <p>А) Проводятся только при высоких температурах</p> <p>Б) Образец подвергается ударному нагружению или периодическому воздействию в течение длительного времени</p> <p>В) Не требуют разрушения образца</p> <p>Г) Используются только для полимерных материалов</p> <p>4. Что из перечисленного относится к неразрушающим методам испытаний?</p> <p>А) Испытание на растяжение до разрыва</p> <p>Б) Испытание на ударную вязкость</p> <p>С) Рентгеновская дифракция и ультразвуковой контроль</p> <p>Д) Испытание на кручение до разрушения</p> <p>5. Какая информация может быть получена методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ)?</p> <p>А) Только цвет материала в отраженном свете</p> <p>Б) Определение фазового состава, ориентационных соотношений между фазами и характеристика дефектов кристаллической структуры</p> <p>В) Только макроскопическая твердость образца</p>
--	--	---

		<p>Г) Исключительно химический состав без структурной информации</p> <p>6. Какой метод позволяет исследовать структуру поверхности материала и одновременно получать информацию о его химическом составе?</p> <p>А) Только оптическая микроскопия Б) Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) с детектором характеристического рентгеновского излучения В) Испытание на растяжение Г) Метод измерения твердости по Бринеллю</p> <p>7. Что определяет закон Брэгга в рентгеноструктурном анализе?</p> <p>А) Цвет дифракционных максимумов Б) Условие возникновения дифракционных максимумов при отражении рентгеновских лучей от кристаллической решетки В) Температуру плавления образца Г) Скорость распространения звука в материале</p> <p>8. Какие дефекты кристаллической структуры можно исследовать методами электронной микроскопии?</p> <p>А) Только точечные дефекты Б) Дислокации, дефекты упаковки, двойники и границы зерен В) Только макроскопические поры Г) Исключительно включения второй фазы размером более 100 мкм</p> <p>9. В чем заключается преимущество рентгеновской дифракции с использованием синхротронного излучения?</p> <p>А) Низкая стоимость оборудования Б) Высокое пространственное разрешение, неразрушающий характер и возможность исследования как поверхности, так и внутренней структуры материалов В) Простота пробоподготовки Г) Возможность проводить испытания без электроснабжения</p> <p>10. Для чего используется метод дифракции обратнорассеянных электронов (EBSD) в СЭМ?</p> <p>А) Для определения твердости материала Б) Для анализа кристаллографической ориентации зерен и их разориентации В) Только для измерения плотности материала Г) Для определения температуры плавления</p>
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для	1. Укажите порядок подготовки образцов для

	<p>выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии</p>	<p>рентгено-флуоресцентного исследования химического состава, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.</p> <p>2. Укажите порядок подготовки образцов для металлографического исследования, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.</p> <p>3. Укажите порядок подготовки образцов для рентгеноструктурного анализа, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.</p> <p>4. Укажите порядок подготовки образцов для механических испытаний, перечислите оборудование, применяемое при этом, принцип его действия, правило работы на нем и требование техники безопасности.</p>
ПК-4.3	<p>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</p>	<p>1. Опасные и вредные факторы при работе на оптико-эмиссионном спектрометре.</p> <p>2. Опасные и вредные факторы при работе на рентгено-флуоресцентном спектрометре.</p> <p>3. Опасные и вредные факторы при работе на оптическом микроскопе.</p> <p>4. Опасные и вредные факторы при работе на электронном микроскопе.</p> <p>5. Опасные и вредные факторы при работе на твердомере и микротвердомере.</p> <p>6. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на растяжение и сжатие.</p> <p>7. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на многоцикловую усталость.</p> <p>8. Опасные и вредные факторы при определении ударной вязкости.</p> <p>9. Опасные и вредные факторы при проведении испытаний на ударную и ударно-абразивную износостойкость.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные 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 *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.