

Документ подписан простого электронного подписания
Информация о документе
ФИО: Кудашов Дмитрий Викторович
Должность: Директор Высунского филиала НИТУ «МИСиС»
Дата подписания: 04.09.2026 13:28:05
Уникальный программный ключ:
619b0f17f7227aессса9с00адба42f2def217068

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Высунский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ «МИСиС»
от «28» мая 2026г.
протокол № 7-26

Рабочая программа дисциплины (модуля)
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ
С ПОЛУЧЕНИЕМ РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ
Основы компьютерной металлографии

Закреплена за кафедрой
Направление подготовки
Профиль

Инновационных металлургических технологий
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Материаловедение и технологии новых материалов

Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 54
самостоятельная работа 126

Формы контроля в семестрах: зачет с оценкой 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12		12	
Практические	42	54	42	54
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	126	126	126	126
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

ктн, Доц., Ворожева Евгения Львовна

Рабочая программа

Основы компьютерной металлографии

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-25.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 21.11.2025, протокол № 3-25

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Инновационных металлургических технологий

Протокол от 27.05.2026 г., №9

Зав. кафедрой Эфрон Л.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- 1.1 Дать необходимые базовые знания о способах получения графической информации для целей количественного анализа. Дать навыки по получению растровых и векторных изображений. Научить правильной подготовке изображений, их дальнейшего анализа методами количественной металлографии.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП: Б1.В.ДВ.03

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

2.1.1 Математика

2.1.2 Материаловедение

2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

2.2.1 Научно-исследовательская работа

2.2.2 Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1: Осуществляет поиск и анализ необходимой информации, для решения поставленной задачи

Знать:

УК-1.1-З1 как осуществлять поиск необходимой информации для решения поставленных задач

Уметь:

УК-1.1-У1 использовать приемы обнаружения и измерения заданных объектов

Владеть:

УК-1.1-В1 информацией по решению задач в профессиональной деятельности

ПК-2: Способен участвовать в проведении комплексных исследований, испытаниях и аналитических расчетах при изучении изделий и процессов их производства

ПК-2.1: Применяет прикладные программные средства для моделирования условий эксплуатации деталей и инструмента с целью более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки

Знать:

ПК-2.1-З1 физические и математические основы получения, хранения и обработки цифровых изображений в компьютерной металлографии

Уметь:

ПК-2.1-У1 разрабатывать методику подготовки изображений к количественному анализу, заключающуюся в подборе методов по улучшению качества изображения, набору фильтров для устранения различных дефектов и использованию методов реставрации изображений для выделения исследуемых объектов

Владеть:

ПК-2.1-В1 опытом использования банков изображений структур для количественного анализа с использованием современных информационных технологий

ПК-4: Способен проводить металлографический анализ с использованием специализированного оборудования с целью контроля качества металлопродукции, произведенной на промышленном предприятии

ПК-4.1: Применяет методики подготовки и анализа макро- и микрошлифов с учетом требований нормативных документов

Знать:

ПК-4.1-З1 основные методы проведения исследований и их методики

Уметь:

ПК-4.1-У1 работать с реальными образцами промышленного назначения

Владеть:

ПК-4.1-В1 навыками практического освоения методик подготовки и анализа микрошлифов с учетом требований

ПК-4.1-В2 навыками оценки качества и надежности металлических изделий

ПК-4: Способен проводить металлографический анализ с использованием специализированного оборудования с целью контроля качества металлопродукции, произведенной на промышленном предприятии

ПК-4.2: Исследует структуру и физико-механические свойства металлов производственного назначения, в том числе после различных видов термической и химико-термической обработки

Знать:

ПК-4.2-31 количественные методы анализа металлографических структур, их связь со структурообразованием в технологическом процессе						
Уметь:						
ПК-4.2-У1 использовать возможности современных прикладных программ по количественному анализу изображений						
Владеть:						
ПК-4.2-В1 навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Практика количественного металлографического анализа					
1.1	Неоднородность структуры /Лек/	6	1	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э1	
1.2	Качество шлифов для анализа /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
1.3	Технические средства металлографического анализа /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
	Раздел 2. Металлографические шлифы					
2.1	Отбор проб. Подготовка образцов к шлифованию. Абразивные материалы, шлифование. Полирование. Хранение шлифов. Правила безопасности. /Лек/	6	2	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
2.2	Подготовка металлографических шлифов из образцов, испытанных на водородное растрескивание по NACE 0284. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-4.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3	АО «ВМЗ»
2.3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	8	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э3	
	Раздел 3. Основные методы выявления структуры					
3.1	Основные способы и реактивы. Техника травления. Правила безопасности. /Лек/	6	1	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
3.2	Травление образцов. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-4.1	Л1.1Л2.1	АО «ВМЗ»
3.3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	10	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
	Раздел 4. Оптический микроскоп					
4.1	Схема микроскопа. /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
4.2	Методы наблюдения и распознавания структур. /Лек/	6	1	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
4.3	Общие правила обращения с микроскопом. /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
4.4	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	4	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
	Раздел 5. Прикладные программы анализа изображения на примере Thixomet Pro					

5.1	Интерфейс и инструменты программы Thixomet Pro. /Лек/	6	1	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	АО «ВМЗ»
5.2	Подготовка изображений. /Пр/	6	1	УК-1.1 ПК-2.1	Л1.1Л2.1	АО «ВМЗ»
5.3	Работа с металлографическими стандартами. /Пр/	6	1	УК-1.1 ПК-2.1	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4	АО «ВМЗ»
5.4	Оценка коррозионных трещин в образцах, расчёт коэффициентов. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	АО «ВМЗ»
5.5	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	18	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 6. Количественная оценка неметаллических включений					
6.1	Природа образования неметаллических включений. /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
6.2	Классические количественные методы ГОСТ 1778. /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э2	
6.3	Построение и обработка цифрового изображения, распознавание фаз и оценка по методам ГОСТ 1778, ASTM E1245 с применением компьютерной программы Thixomet. /Пр/	6	6	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э2	АО «ВМЗ»
6.4	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	18	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э2	
	Раздел 7. Ручная и автоматизированная количественная оценка зёрен по ГОСТ 5639					
7.1	Метод сравнения. /Лек/	6	1	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
7.2	Расчет количества зёрен, приходящихся на единицу поверхности шлифа на изображениях микроструктуры. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э4	АО «ВМЗ»
7.3	Измерение среднего условного диаметра зерна или количества зёрен в 1мм ³ на изображениях микроструктуры. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э4	АО «ВМЗ»
7.4	Построение и обработка цифрового изображения, распознавание и реконструкции границ зёрен и автоматизированная оценка размеров зёрен в программе Thixomet. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э4	АО «ВМЗ»
7.5	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	18	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 Э4	

	Раздел 8. Количественная оценка микроструктурной полосчатости с помощью автоматического анализа изображений					
8.1	Понятие микроструктурной полосчатости. Стереологический метод количественного металлографического анализа микроструктурной полосчатости в сталях. /Лек/	6	1	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 ЭЗ	
8.2	Построение и обработка цифровых панорамных изображений микроструктур, распознавание структурных составляющих и автоматизированная оценка микроструктурной полосчатости. /Пр/	6	6	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 ЭЗ	АО «ВМЗ»
8.3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	25	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1 ЭЗ	
	Раздел 9. Количественная оценка поверхности разрушения (изломов)					
9.1	Виды изломов. /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
9.2	Классические методы ГОСТ 30456, ГОСТ 9454, API 5L3, ASTM E23. /Лек/	6	0,5	УК-1.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	
9.3	Обработка цифровых панорамных изображений изломов образцов ИПГ и компьютерная оценка ДВС в программе Thixomet. /Пр/	6	4	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	АО «ВМЗ»
9.4	Самостоятельное изучение литературы. Проработка материала /Ср/	6	25	УК-1.1 ПК-2.1 ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1Л2.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к зачету (УК-1.1, ПК-2.1, ПК-4.1, ПК-4.2):

1. Понятие металлографии
2. Понятие стереологии
3. Основные задачи стереометрической металлографии
4. Понятие разрешающей способности, способы повышения разрешающей способности микроскопа
5. Понятие апертуры и апертурного угла
6. Устройство микроскопа
7. Методы освещения в оптической микроскопии
8. Виды графической информации в компьютерной металлографии.
9. Понятие масштабного коэффициента.
10. Фильтрация изображения.
11. Зависимость механических свойств поликристаллического материала от размера зерна в законе Холла-Петча.
12. Понятие объекта.
13. Характеристики объектов и их связь с исследуемой структурой.
14. Статистические методы обработки данных о структурных составляющих.
15. Качественное и количественное соответствие реальным структурам.
16. Использование металлографических стандартов.
17. Способы оценки неметаллических включений посредством автоматического анализа
18. Методика количественной оценки микроструктурной полосчатости
19. Стандартные методы оценки величины зерна
20. Расчётные методы оценки доли вязкой составляющей в зависимости от характера излома
21. Оборудование и материалы для подготовки металлографических шлифов
22. Способы выявления микроструктуры, типы металлографических реактивов
23. Техника безопасности при травлении образцов
24. Методы подготовки металлографических шлифов, требования к качеству контрольной поверхности
25. Техника безопасности при пробоподготовке в металлографических исследованиях

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Контрольный опрос после разделов 1-4 (УК-1.1, ПК-2.1, ПК-4.1, ПК-4.2). Перечень практических работ представлен в разделе "Содержание"				
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)				
Экзамен не предусмотрен				
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)				
Обучающийся для получения зачета должен выполнить все работы, указанные в данном разделе. Оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за текущие практические работы, ответы на вопросы на контрольных опросах и зачете. По дисциплине предполагается следующая шкала оценок: а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу; б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал; в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, правильно действует по применению знаний на практике; г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы.				
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Новиков В.Ю.	Металлография: Курс лекций	Методические пособия	Москва, 1989
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Малинина Р.И.	Металлография Раздел: Структурные изменения в металлах при деформации.: Курс лекций	Методические пособия	Москва, 1981
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Крупин, Ю. А. Компьютерная металлография : лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия / Ю. А. Крупин. — М. : Изд-во МИСиС, 2009. — 86с. : ил. + Библиогр.: с. 86.		http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=475985	
Э2	ГОСТ 1778-2022 Металлопродукция из сталей и сплавов. Металлографические методы определения неметаллических включений		https://protect.gost.ru/default.aspx/document.aspx?control=7&baseC=6&page=0&month=1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=249447	
Э3	ГОСТ 5640-2020 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры проката стального плоского		https://protect.gost.ru/default.aspx/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=3&year=-1&search=&id=239643	
Э4	ГОСТ 5639-1982 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна		https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=139702	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	MS Office			
П.2	Microsoft PowerPoint			
П.3	Microsoft Excel			
П.4	Microsoft Word			
П.5	MS Teams			
П.6	Thixomet (АО «ВМЗ»)			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
Ауд.		Назначение	Оснащение	
5		Основы компьютерной металлографии	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету.	

35	Основы компьютерной металлографии	Лаборатория доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт), экран (1 шт), рабочее место преподавателя, стол (10 шт.), стул (20 шт.) ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Kaspersky Endpoint Security, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций Оборудование: металлографический микроскоп с цифровой камерой, 40-1600 кр. увел., Шлифовальнополировальная установка с набором шлифовальной бумаги и тканей с суспензиями разной дисперсности и лубрикант , установка электролитической полировки, пресс для горячей заливки шлифов, набор образцов с микро и макро структурой Набор учебно-методических материалов: - компьютерная обучающаяся программа «материаловедение» 13 рабочих мест; - электронные плакаты по курсу «Материаловедение»(110) на CD
6	Основы компьютерной металлографии	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Kaspersky Endpoint Security, MS Teams, Visual Studio
АО «ВМЗ»	Основы компьютерной металлографии	Отрезной станок IsoMet 5000, Отрезной станок прецизионной резки PowerMet 3000, Пресс для закрепления образцов SimpliMet 1000, Шлифовально-полировальная установка EcoMet 250, Вибрационный полировальный станок Vibromet 2, Программно-аппаратный комплекс микроскоп AxioObserver D1m, оснащённый программой анализа изображения Thixomet Pro.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для полноценного изучения дисциплины «Основы компьютерной металлографии» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке по профилю. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.

Занятия проводятся с использованием компьютерных презентационных средств и рекомендованных программ.

Практические занятия проводятся с разбором практических вопросов и проблем анализа реальных металлографических структур. Студенты должны исследовать проблему, разобраться в ее сути, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Структуры представляют реальный фактический производственный материал.