

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Научно-образовательный центр новых материалов и перспективных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.1.1 Металлография»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления подготовки)

Материаловедение в машиностроении

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

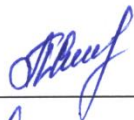
Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.1.1 Металлография» рассмотрена и утверждена на заседании

Научно-образовательного центра новых материалов и перспективных технологий
наименование кафедры

протокол № 8 от "19" февраля 2025 г.

Директор
Научно-образовательного центра

новых материалов и перспективных технологий
наименование кафедры

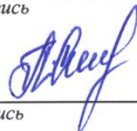

подпись

Е.Ю. Приймак
расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент

должность

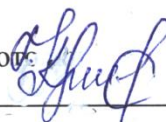

подпись

Е.Ю. Приймак
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подгот:
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

код наименование



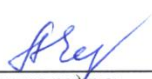
С.Е. Кравцова
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов


личная подпись

С.А. Биктимирова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству АКИ


личная подпись

А.М. Черноусова
расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- ознакомлении с теоретическими основами металлографии и получении навыков практической работы с конкретными материалами (начиная от приготовления объектов и кончая интерпретацией полученных типичных результатов);
- изучение закономерностей образования структуры путем исследования макроструктуры и микроструктуры металла, а также изменения свойств металла в зависимости от изменения его структуры;
- нахождение связи «структура – свойство» и установление закономерностей образования структуры для прогнозирования на основе этой связи свойств новых сплавов.

Задачи:

- освоить методы подготовки объектов для количественного анализа, и методы получения первичной информации на плоскости наблюдения;
- освоить навыки качественного и количественного анализа микроструктуры металлических сплавов;
- освоить методы статистической обработки результатов количественного анализа структуры материала и определения представительной выборки»;
- освоить методы распознавания по микроструктуре и твердости основных технических сплавов и их предшествующей обработки;
- приобрести практические навыки по определению размера зерна по ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна»;
- приобрести практические навыки по выбору метода и проведению количественного анализа микроструктуры сталей и сплавов для решения конкретных задач;
- освоить анализ изломов для определения причин разрушения конструкций, ознакомиться с принципами интерпретации полученных результатов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.9 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний, измерений и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК*-2-В-1 Применяет навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний, измерений и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	<u>Знать:</u> - основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, принципы самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения; - устройство и принципы работы современной техники для выполнения пробоподготовки и металлографических исследований, в том числе с применением программного обеспечения. <u>Уметь:</u> - самостоятельно использовать физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов; - самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния макро- и микро- масштаба на механические,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		физические, поверхностные и другие свойства материалов. - работать на световых и электронных металлографических микроскопах; изготавливать микрошлифы; выявлять на шлифах типичные структурные составляющие; - изготавливать шлифы и проводить макроструктурный и микроструктурный металлографический анализ промышленных сталей и чугунов, цветных металлов и сплавов с применением современного оборудования. <u>Владеть:</u> - навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов; - навыками комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации. - практическими навыками работы на металлографическом оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	84,25	84,25
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального задания (ИЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	59,75	59,75
Вид итогового контроля	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Методы пробоподготовки образцов для оптической и электронной микроскопии.	24	6	-	6	12

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Специальные методы металлографического исследования.					
2	Методы качественного и количественного анализа микроструктуры	28	6	4	6	12
3	Металлография сплавов на основе железа	32	8	4	8	12
4	Металлография цветных металлов и сплавов	30	8	4	6	12
5	Практическая металлография	30	6	4	8	12
	Итого:	144	34	16	34	60
	Всего:	144	34	16	34	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Методы пробоподготовки образцов для оптической и электронной микроскопии. Специальные методы металлографического исследования

Методы вырезки образцов: абразивным кругом, пилой, электроискровой резкой, с помощью кислоты, с помощью микротока, электроэрозионный метод.

Методы закрепления образцов: с помощью клеящих веществ, в зажимах, путем запрессовки, холодное монтирование, изготовление косоугольного шлифа.

Методы шлифовки, полировки: виды абразивных материалов, правила полирования образцов, приборы для автоматической полировки, электролитическая полировка, химическая полировка, специальные методы полирования.

Методы травления образцов: химическое травление, электролитическое травление, катодное вакуумное травление, специальные методы травления и травление специфических структур.

Методы приготовления образцов для электронной микроскопии и специальные методы металлографического исследования: методы изготовления фольг, методы изготовления реплик, изготовление изломов, специальные методы металлографического исследования.

2 Методы качественного и количественного анализа микроструктуры

Содержание и порядок выполнения работ по ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна» и ГОСТ 1778-70 «Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений». Устройство и принцип работы автоматических анализаторов изображений. Порядок работы на энергодисперсионном анализаторе. Порядок проведения количественного анализа на современных программных комплексах. Точность автоматического анализа, инструментальные погрешности, погрешности, связанные с препарированием.

Оптическая металлография: основные типы металлографических микроскопов, разрешающая способность и увеличение металлографического микроскопа, дефекты изображения при работе с металлографическим микроскопом, объективы и окуляры для металлографических микроскопов, основные методы металлографических исследований, методы приготовления объектов исследования.

Растровая электронная металлография: физические основы получения изображения, подготовка образцов для исследования, применение растровой электронной микроскопии. Физические основы получения изображения.

Трансмиссионная электронная микроскопия: взаимодействие электронов с веществом. Устройство микроскопа. Увеличение и разрешение просвечивающих электронных микроскопов. Контраст и формирование изображения. Рассеяние электронов веществом. Образование дифракционной картины в электронном микроскопе.

3 Металлография сплавов на основе железа

Макро - и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали. Микроструктуры сталей после различных видов и режимов термической обработки. Влияние химико-термической и последующей термической обработки на структуру металла.

Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.

Макро - и микроструктура чугунов.

4 Металлография цветных металлов и сплавов

Макро и микроструктура меди и ее сплавов. Микроструктура алюминия и его сплавов. Микроструктура титана и его сплавов. Макро - и микроструктура цветных металлов и сплавов в литом и деформированном состоянии. Микроструктура цветных металлов и сплавов после различных видов и режимов термической обработки.

5 Практическая металлография

Приготовление макро и микрошлифов: отбор образцов для металлографического исследования, абразивные материалы, шлифование, полировка шлифов. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Методы выявления микроструктуры металлов: основы выявления микроструктуры, химическое травление, взвешивание химических веществ для приготовления реактивов, электролитическое травление, различные способы выявления микроструктуры, техника безопасности при травлении шлифов.

Методы определения неметаллических включений: источники образования включений, классификация неметаллических включений, металлографические методы изучения неметаллических включений, методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Методы количественной металлографии: определение фазового состава сплавов и объемной доли фаз, среднего размера зерна или частицы, среднего расстояния между частицами, распределения зерен или частиц по размерам, определение коэффициента вытянутости формы и связанности структуры.

Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Металлография сварных швов и зоны термического влияния.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Устройство и принципы работы оптических микроскопов	2
2	1	Методы выявления микроструктуры металлов. Приготовление микрошлифов	4
3	2	Методы определения неметаллических включений	2
4	2	Основные методы количественной металлографии	4
5	3	Металлографический анализ углеродистых и легированных сталей в исходном и термообработанном состоянии	4
6	3	Металлографический анализ различных видов чугунов	4
7	4	Металлография алюминия, титана, магния и сплавов на их основе	4
8	4	Микроструктура меди и ее сплавов	2
9	5	Фрактальный анализ в материаловедении	2
10	5	Измерение микротвердости отдельных структурных составляющих	4
11	5	Металлографический контроль сварных швов.	2
		Итого:	34

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Методы получения первичной информации для качественного и количественного анализа структуры сплавов на оптическом и электронном микроскопе. Определение размера неметаллических включений в сталях и сплавах по ГОСТ 1778-70 «Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений». Определение размера зерна по ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна».	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
2	3	Выявление и характеристика структуры марганцевой, хромистой, никелевой и кремнистой стали. Определение структуры различных видов чугунов. Влияние ХТО и последующей ТО на структуру и свойства цементованного слоя. Структурные признаки азотированного слоя.	4
3	4	Металлография меди, алюминия, титана и сплавов на их основе.	4
4	5	Методы получения информации для качественного и количественного анализа изломов на растровом электронном микроскопе. Практика определения микротвердости и объемной доли фаз. Характеристика распределения элементов структуры в пространстве.	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 **Богодухов, С. И.** Материаловедение [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Машиностроение", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. - 3-е изд., стер. - Старый Оскол: ТНТ, 2018. - 536 с.: ил.; 62,31 печ. л. - Предм. указ.: с. 515-518. - Термины и определения: с. 519-524. - Библиогр.: с. 525-527. - ISBN 978-5-94178-338-0.

2 **Лактин, Ю. М.** Материаловедение [Текст] : учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лактин, В. П. Леонтьева.- 3-е изд., стер. - Москва : Альянс, 2014. - 528 с. : ил. - Библиогр.: с. 520. - Предм. указ.: с. 521-523. - ISBN 978-5-91872-012-7.

5.2 Дополнительная литература

1 **Вашуль, Х.** Практическая металлография. Методы изготовления образцов / Х. Вашуль; пер. с нем. В. А. Федоровича. - М. : Металлургия, 1988. - 320 с ил.

2 **Лившиц, Б. Г.** Металлография: учеб. для вузов / Б. Г. Лившиц. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1990. - 236 с.

3 **Рудаков, В. И.** Физические методы изучения состава и структуры материалов: учеб. пособие для вузов / В. И. Рудаков, А. В. Попов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. - 578 с.

5.3 Периодические издания

1 Дефектоскопия: журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2024.

2 Материаловедение: журнал. - М. : ООО «Наука и технологии», 2020-2024.

3 Вопросы материаловедения: журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2024.

4 Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов : журнал. - М. : Издательский дом «Фолиум», 2020-2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1 Бесплатный образовательный ресурс «Материаловедение»: [сайт]. –

Режим доступа: <http://www.supermetalloved.narod.ru>

2 Научно-технический портал: [сайт]. – Режим доступа: <http://www.materialovede.narod.ru>

3 Страница кафедры материаловедения и технологии материалов ОГУ: [сайт]. -

Режим доступа: <http://www.osu.ru/doc/635/kafedra/5232>.

4 Перспективные технологии и новые разработки: [сайт]. –

Режим доступа: <http://www.sibpatent.ru>

5 Передовые технологии России - комплексный информационный проект: [сайт]. –

Режим доступа: <http://www.ptechology.ru>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система РЕД ОС.

5.5.2 Пакет офисных приложений LibreOffice.

5.5.3 Программная система для организации видео-конференц-связи платформа «DION» (Конфигурация «DIONEDU»).

5.5.4 Для работы с ресурсами Интернет используется Веб-браузер Яндекс Режим доступа: <https://yandex.ru/>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Для проведения практических занятий и лабораторных работ используются лаборатории материаловедения, пробоподготовки и структурных исследований, которые имеют следующее оборудование и приборы: оптико-цифровой металлографический микроскоп OLYMPUS DSX1000 (1 шт.); микротвердомер ПМТ-3М; многофункциональный твердомер типа Роквелл марки ОКПД2; шлифовально-полировальный станок для подготовки металлографических образцов Metkon; настольный растровый электронный микроскоп с системой микроанализа JTOL JCM-6000; прецизионный металлографический отрезной станок, MICRCUT 151, установка электролитического полирования и травления PULITROL; дифрактометр рентгеновский МД-10; оптико-эмиссионный спектрометр Labspark 1000; комплект образцов высоколегированных сталей (конструкционных, инструментальных, специального назначения); набор химреактивов для травления образцов микрошлифов; сканер механических напряжений "Stress Vision LAB"; комплект кодотранспорантов по курсу материаловедение; плакаты.