Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра производственных технологий обработки материалов

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 2026

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

Кафедра производственных технологий обработки материалов
наименование кафедры

протокол № 8 от "20" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра производственных технологий обработки материалов _____ Е.Ю. Приймак
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент _____ Е.Ю. Приймак
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов _____ Е.Ю. Приймак
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству АКИ
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Приймак Е.Ю., 2026
© ОГУ, 2026

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.8 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	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 ПК*-2-В-2 Применяет навыки использования принципов и методик	**Знать:** - 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. **Уметь:**

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	стандартных и сертификационных испытаний	- 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, 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. **Владеть:** - 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 работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
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. Специальные методы металлографического исследования.	24	6	-	6	12
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 косого 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 выявление 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

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
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
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 **Лахтин, Ю. М.** Материаловедение [Текст] : учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, 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 Физика металлов и металловедение : журнал. - Москва : Российская академия наук, 2023. – Т. 124, № 1-12, 2024. – Т. 125, № 1-12

2 Frontier Materials & Technologies: журнал. - ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» https://vektornaukitech.ru/jour?locale=en_US .

3 Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. - Москва : ИД "Фолиум", 2023. - № 1 -12, 2024. - № 1-12.

4 Деформация и разрушение материалов : журнал. - Москва : ООО "Наука и технологии", 2024. - № 1-12, 2025. - № 1-9.

5 Черные металлы : журнал. - Москва : АО "Издательский дом "Руда и Металлы".

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 производственных технологий обработки материалов ОГУ: [сайт]. -
Режим доступа: http://www.osu.ru/doc/635/kafedra/7021 .

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.ptechnology.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 «МойОфис Образование».

5.5.3 Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/ .

5.5.4 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.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.