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.7 Физические методы изучения структуры материала»

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.7 Физические методы изучения структуры материала*» 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

Цель:
приобретение новых знаний о современных методах исследования структуры, в том числе, знание методов контроля параметров структуры и свойств поверхностного слоя деталей машин.

Задачи:
- приобретение знаний о современных методах и средствах контроля структуры материалов;
- формирование представления об особенностях применения методов контроля структуры, основанных на регистрации различных физических свойств;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний;
- проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.8 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.15 Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей*

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 ПК*-2-В-2 Применяет навыки использования принципов и методик стандартных и сертификационных испытаний	**Знать:** - современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы, используемы в программах проведения экспериментов в области исследования структуры и свойств металлов физическими методами. **Уметь:** - применять прогрессивные методы контроля структуры и свойств металлов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности области материаловедения и технологии материалов. **Владеть:** - современными информационно-коммуникационными технологиями в научно-исследовательской и расчетно-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		аналитической деятельности в области физических методов исследования структуры и свойств металлов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация	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 рубежному контролю.*	**72,75**	**72,75**
Вид итогового контроля	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Эмиссионный оптический спектральный анализ	16	4			12
2	Металлография	16	2		2	12
3	Электронная микроскопия	18	2		4	12
4	Микрорентгеноспектральный анализ	16	2		2	12
5	Рентгеноструктурный анализ	22	4		4	14
6	Магнитные и акустические методы и средства контроля	20	4		4	12
	Итого:	108	18		16	74
	Всего:	108	18		16	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Эмиссионный оптический спектральный анализ

Особенности анализа при определении состава материалов. Основные способы возбуждения и стабилизации разряда. Качественный и количественный анализ.

2 Металлография

Металлография, особенности метода. Методы подготовки образцов для металлографического анализа, пробоподготовка. Металлографические микроскопы, особенности их работы. Практическая металлография при изучении структуры металлов и сплавов. Сканирующая и туннельная микроскопия.

3 Электронная микроскопия

Просвечивающая, растровая и дифракционная электронная микроскопия. Механизмы формирования изображения. Назначение и принцип работы электромагнитных линз, генератор сканирования, разрешающая способность, глубина фокуса, увеличение. Условия работы электронного микроскопа в режиме дифракции. Физический механизм формирования дифракционного контраста. Основные методы подготовки объектов. Особенности совместного использования сканирующего микроскопа и микроанализатора.

4 Микрорентгеноспектральный анализ

Фокусировка электронов, ускоряющее напряжение, потенциал возбуждения характеристического излучения, интенсивность. Геометрия кристалл-дифракционного спектрометра. Детекторы рентгеновского излучения, назначение и характеристики. Устройство и работа рентгеновских микроанализаторов. Качественный и полуколичественный микроанализ. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. Физические особенности формирования рентгеновских спектров при определении содержания элементов в образцах. Кристаллы-анализаторы, их назначение. Основные этапы проведения элементного состава металлов и сплавов. Внешние и внутренние стандарты. Методы определения содержания элементов в образцах, способы введения и расчёта поправок.

5 Рентгеноструктурный анализ

Физические особенности дифракции рентгеновского излучения. Непрерывное и характеристическое рентгеновское излучение. Источники рентгеновского характеристического излучения, устройство и принцип работы. Методы регистрации характеристического рентгеновского излучения – детекторы, принцип их работы. Дифракция рентгеновского излучения: уравнения Лауэ, условие Брега. Методы индицирования кристаллической структуры. Качественный и количественный фазовый анализ материалов. Расчёт параметров кристаллических решёток материалов. Методы расчёта микронапряжений и величины кристаллических блоков металлов.

6 Магнитные и акустические методы и средства контроля

Магнитные преобразователи, дефектоскопы. Магнитопорошковые, индукционные и феррозондовые дефектоскопы. Контроль механических свойств и структуры. Приборы и методики ультразвукового контроля.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Металлографический анализ структуры металлов и сплавов	2
2	3	Устройство и принцип работы электронного растрового микроскопа JEOL -6000	2
3	3	Электронная растровая микроскопия металлов и сплавов на малых и больших увеличениях	2
4	4	Качественный микрорентгеноспектральный анализ металлов и сплавов. Построение карт распределения химических элементов	2
5	5	Качественный и количественный рентгеноструктурный анализ. Расчет рентгенограмм	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
6	5	Определение индексов отражающих плоскостей, периодов решетки мартенсита и содержания в нем углерода на примере сталей инструментального класса	2
7	6	Изучение технологии определения дефектов структуры и измерения толщины изделий ультразвуковым методом	2
8	6	Определение количества феррита и аустенита в стали магнитным методом	2
		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.

5.2 Дополнительная литература

1 **Рудаков, В. И.** Курс лекций по специальным дисциплинам: учеб. пособие / В. И. Рудаков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 883 с.

2. **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 Сайт кафедры материаловедения и основ конструирования ВЯТГУ: [сайт]. – Режим доступа: http://www.mitm.su

4 Страница кафедры материаловедения и технологии материалов ОГУ: [сайт]. - Режим доступа: http://www.osu.ru/doc/635/kafedra/5232.

5 Перспективные технологии и новые разработки: [сайт]. – Режим доступа: http://www.sibpatent.ru

6 Технологическая платформа «Фотоника»: [сайт]. – Режим доступа: www.photonica.cislaser.com

7 Федеральный институт промышленной собственности: [сайт]. – Режим доступа: http://www.fips.ru

8 Передовые технологии России - комплексный информационный проект: [сайт]. – Режим доступа: http://www.ptechnology.ru

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1 Операционная система РЕД ОС.

2 Пакет офисных приложений «МойОфис Образование».

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

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 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.