Минобрнауки России

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

Кафедра материаловедения и технологии материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.5 Физические методы изучения структуры материала»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления подготовки)

Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановление деталей машин и аппаратов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора 2026

2260622

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.5 Физические методы изучения структуры материала*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра материаловедения и технологии материалов
наименование кафедры

протокол № 8 от "16" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра материаловедения и технологии материалов — *подпись* — В.И. Юршев
наименование кафедры — *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент
кафедры материаловедения и технологии материалов — *подпись* — А.С. Кириленко
должность — *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение — *личная подпись* — В.И. Юршев
код наименование — *расшифровка подписи*

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

Уполномоченный по качеству от АКИ
личная подпись — А.М. Черноусова
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Кириленко А.С., 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.29 Материаловедение и технология современных и перспективных материалов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.Э.2.2 Методы и средства контроля состояния рабочих поверхностей, Б1.Д.В.Э.4.1 Лазерные и плазменные упрочняющие технологии, Б2.П.В.П.2 Научно-исследовательская работа*

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*-9 Способен к подготовке, организации, контролю выполнения работ, руководству выполнением работ лабораторией (службой) неразрушающего контроля и других видов испытаний, разработке технологической документации	ПК*-9-В-1 Производит верификацию исполнительной документации испытательных лабораторий (лабораторий неразрушающего контроля, лабораторий разрушающих испытаний) по контролю деталей, узлов, сварных конструкций ПК*-9-В-2 Осуществляет руководство выполнением работ и контроль выполнения работ лабораторией неразрушающего контроля и других видов испытаний ПК*-9-В-3 Применяет современные методы по неразрушающим и разрушающим видам испытаний и контроля	**Знать:** - технологические возможности методов неразрушающего контроля деталей и механизмов; - программу проведение экспериментов по заданным методикам, обработку и анализ полученных результатов; - составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ структурных испытаний материалов, применяемых в машиностроении. **Уметь:** - проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции; - применять прогрессивные методы контроля эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения; - применять методы контроля структуры, основанные на регистрации различных

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		физических свойств, с использованием современных информационных технологий. **Владеть:** - знаниями в области физики металлов и методов контроля параметров структуры материалов, применяемых в машиностроении; - составлением описаний проводимых исследований, подготовкой данных для составления научных обзоров и публикаций; - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**15,25**	**15,25**
Лекции (Л)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального задания (ИЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- изучение разделов массовых открытых онлайн-курсов «Современные методы исследования металлических материалов», «Основы физического материаловедения», «Синхротронные и нейтронные методы исследований новых материалов»;* *- подготовка к лабораторным занятиям.*	**92,75**	**92,75**
Вид итогового контроля	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Эмиссионный оптический спектральный анализ	20	2			18
2	Металлография	21			2	19

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Электронная микроскопия	23	2		2	19
4	Микрорентгеноспектральный анализ	21	2			19
5	Рентгеноструктурный анализ	23	2		2	19
	Итого:	108	8		6	94
	Всего:	108	8		6	94

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.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Металлографический анализ структуры металлов и сплавов	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
3	3	Электронная растровая микроскопия металлов и сплавов на малых и больших увеличениях	2
5	5	Качественный и количественный рентгеноструктурный анализ. Расчет рентгенограмм	2
		Итого:	6

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 Дефектоскопия : журнал. - Москва : Российская академия наук, 2025-2026.
2 Материаловедение : журнал. - Москва : ООО «Наука и технологии», 2021-2026.
3 Вестник машиностроения : журнал. - Москва : Агентство «Роспечать», 2016-2025.
4 Технология машиностроения : журнал. - Москва : Агентство «Роспечать», 2018-2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1 Информационно-аналитический портал «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU», режим доступа: https://elibrary.ru.

2 Официальный интернет-сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС), режим доступа: http://www.fips.ru.

3 Официальный интернет-сайт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», режим доступа: https://misis.ru.

4 «Современные методы исследования металлических материалов» [Электронный ресурс]: онлайн-курс на отраслевой электронной образовательной площадке edunano.ru / Разработчик курса: Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», режим доступа: https://openedu.ru/course/misis/SMIMM.

5 «Основы физического материаловедения» [Электронный ресурс]: онлайн-курс на национальной образовательной платформе «Открытое образование» / Разработчик курса: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», режим доступа: https://openedu.ru/course/mephi/mephi_ofm.

6 «Синхротронные и нейтронные методы исследований новых материалов» [Электронный ресурс]: онлайн-курс на национальной образовательной платформе «Открытое образование» / Разработчик курса: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», режим доступа: https://openedu.ru/course/mephi/mephi_snminm.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1 Операционная система РЕД ОС.

2 Пакет офисных приложений «Мой Офис Образование».

3 Платформа для проведения онлайн мероприятий и видеоконференций «DION».

4 Яндекс.Браузер – браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка Blink (бесплатная версия). Режим доступа: https://browser.yandex.ru.

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

6 Физические методы изучения структуры материала [Электронный ресурс] : электронный курс в системе Moodle / А. С. Кириленко, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2023-2026]. – Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=23931.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, 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 оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и обеспечивающей доступ в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Для проведения лабораторных работ используется оборудование лабораторий кафедры материаловедения и технологии материалов:

- оптический микроскоп МПБ-3;
- электронный растровый микроскоп JEOL JCM-6000;
- микротвердомер ПМТ-3М;
- муфельная печь СНОЛ;
- твердомер ТК-2М;
- микровизор металлографический μVizo-M-221;
- микроскоп Альтами МЕТ 3 (цифровой металлографический комплекс);
- шлифовально-полировальный станок для подготовки металлографических образцов;
- дифрактометр рентгеновский МД-10 ЭФА.

Для обучения и контроля предусмотрено применение тематических стендов, информационно-измерительных систем, комплектов плакатов, схем, натурных образцов, таблиц, раздаточного материала для иллюстраций лекций.