

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.11
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические методы исследования материалов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация
Инженерия конструкционных материалов для беспилотных мобильных систем

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	Итого
Форма контроля	Зачет с оцен.	
Вид занятий		
Лекции	32	32
Лабораторные	32	32
Практические	0	0
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	1,5	1,5
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	65,75	65,75
Самостоятельная работа	42,25	42,25
Контроль	0	0
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

Профессор кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»,
профессор, д.т.н. Клевцов Г.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы»

(протокол заседания № 1 от «03» сентября 2025 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – способствовать получению знаний и формированию профессиональных компетенций в области физические методы исследования материалов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Физика, Химия, Материаловедение, Механические и физические свойства материалов, Физика прочности и пластичности материалов, Наноструктурные материалы для беспилотных мобильных систем.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Методы контроля и испытания металлов и сплавов, Физика конденсированного состояния наноматериалов, Конструкционные материалы для изготовления электротехнических устройств, Механика и фрактодиагностика разрушения, Высокэнергетические методы обработки материалов, Фазовые превращения в металлах в твердом состоянии, Инженерия материалов и специальные покрытия, Производственная практика (преддипломная практика).

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-5. Способен применять физические методы исследования материалов для оценки влияния структуры металла и его теплофизических свойств на технологическую прочность в процессе обработки материала	ПК-5.1. Понимает сущность физических методы исследования материалов	Знать: <i>физические методы исследования материалов</i>
		Уметь: <i>понимать сущность физических методы исследования материалов</i>
		Владеть: <i>на практике физическими методами исследования материалов</i>

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Методы исследования механических свойств материалов	Лек.	Методы исследования механических свойств материалов при статических видах нагружения	6	2			-
	Лаб.	Расчет механических свойств металлов при статических нагружениях	6	4			Защита
	Лек.	Методы исследования механических свойств материалов при динамических видах нагружения	6	2			Опрос
	Лаб.	Расчет механических свойств металлов при ударном нагружении	6	2			Защита
	Лек.	Методы исследования механических свойств материалов при циклическом нагружении	6	2			Опрос
	Лаб.	Расчет механических свойств металлов при циклическом нагружении	6	4			Защита
	Ср.	Определение механических свойств металлов при различных видах нагружения	6	10			Обсуждение
Модуль 2. Металлография и конфокальная лазерная микроскопия	Лек.	Аппаратура и методы металлографического анализа металлов	6	2			Опрос
	Лаб.	Подготовка образцов для металлографического анализа	6	2			Защита
	Лек.	Металлографические методы исследования структуры материалов	6	2			Опрос
	Лек.	Принцип работы и возможности конфокального лазерного микроскопа	6	2			Опрос
	Лаб.	Определение шероховатости поверхности и микрорельефа с помощью лазерного микроскопа	6	4			Защита

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	Металлография и лазерная микроскопия	6	10			Обсуждение
Модуль 3. Электронно-микроскопические методы исследования	Лек.	Растровый электронный микроскоп (РЭМ). Устройство и принцип действия	6	2			Опрос
	Лаб.	Ознакомление с работой РЭМ в лаборатории	6	2			Защита
	Лек.	Исследование структуры металлов методом РЭМ	6	2			Опрос
	Лаб.	Исследование поверхности металла и изломов с помощью РЭМ	6	4			Защита
	Лек.	Исследование поверхности разрушения материалов с помощью РЭМ	6	2			Опрос
	Лек.	Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Устройство ПЭМ. Исследование тонкой структуры металлов и сплавов с помощью ПЭМ	6	2			Опрос
	Лаб.	Расшифровка тонкой структуры металлов и сплавов	6	4			Защита
	Ср.	РЭМ и ПЭМ микроскопия. Возможности методов исследования металла	6	10			Обсуждение
Модуль 4. Рентгеноструктурный анализ	Лек.	Рентгеновская аппаратура и задачи, решаемые с помощью рентгеноструктурного анализа	6	2			Опрос
	Лаб.	Устройство и принцип работы рентгеновских аппаратов. Рентгеновский дифрактометр	6	2			Защита
	Лек.	Дифракционные картины поликристаллов. Факторы, определяющие дифракционные картины	6	2			Опрос

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Экспериментальные методы получения дифракционных картин. Рентгеновский дифрактометр	6	2			Опрос
	Лек.	Качественный и количественный рентгеноструктурный фазовый анализ металлов и сплавов	6	2			Опрос
	Лаб.	Определение количества аустенита и мартенситных фаз в аустенитных сталях	6	4			Защита
	Ср.	Получение и расшифровка дифрактограмм. Качественный и количественный рентгеноструктурный фазовый анализ	6	10			
Модуль 5. Другие методы исследования	Лек.	Дилатометрический анализ	6	2			Опрос
	Лек.	Определение плотности и теплопроводности металлов	6	2			Опрос
	Ср.	Дилатометрический анализ, определение плотности и теплопроводности металлов	6	2,25			Обсуждение
Курсовая работа	КР		6	1,5			
ПА			6	0,25			
Итого:				108			

Схема расчета итогового балла

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач, ситуаций, кейсов;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Учебная деятельность студента в процессе изучения дисциплины «Физические методы исследования материалов» состоит из контактной формы работы с преподавателем в аудитории и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины является обязательным посещение лекций, практических и лабораторных занятий и иных форм работы. Каждая из практических работ завершается выполнением теста, который позволяет студенту оценить уровень овладения изучаемой темой.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физические методы исследования материалов» имеет особое значение, поскольку позволяет перейти от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач. Самостоятельная работа студентов служит получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию профессиональных навыков и умений.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-5. Способен применять физические методы исследования материалов для оценки влияния структуры металла и его теплофизических свойств на технологическую прочность в процессе обработки материала	<i>Комплект отчетов по лабораторным работам № 1-10</i> <i>Вопросы к зачету с оценкой № 1-22</i>

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Расчет механических свойств металлов при статических нагрузениях» (4 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №2 «Расчет механических свойств металлов при ударном нагружении» (2 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №3 «Расчет механических свойств металлов при циклическом нагружении» (4 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №4 «Подготовка образцов для металлографического анализа» (2 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №5 «Определение шероховатости поверхности и микрорельефа с помощью лазерного микроскопа» (4 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №6 «Ознакомление с работой РЭМ в лаборатории» (2 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №7 «Исследование поверхности металла и изломов с помощью РЭМ» (4 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №8 «Расшифровка тонкой структуры металлов и сплавов» (4 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №9 «Устройство и принцип работы рентгеновских аппаратов. Рентгеновский дифрактометр» (2 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №10 «Определение количества аустенита и мартенситных фаз в аустенитных сталях» (4 час.)

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Требования к оформлению

Отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 на техническую документацию.

Процедура оценивания

По результатам лабораторной работы оформляется отчет, предъявляется преподавателю на проверку, после устранения замечаний проводится устная защита работы.

Критерии оценки:

Максимум за задание 10 баллов, из них:

- присутствие на занятии - 1 балл,
- выполнение экспериментальной части - 2 балла,
- отчет оформлен, но с небольшими неточностями - 1 балл,
- правильно оформленный отчет - 2 балла,
- ответы на вопросы по защите даны с небольшими неточностями - 1 балл,
- даны верные ответы на вопросы по защите - 3 балла.

7.2.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«зачтено»	55 – 100 баллов
6	по накопительному рейтингу	«не зачтено»	0 – 54 бала

7.3 Темы курсовых работ

№ п/п	Темы
1.	Испытание образцов на кручение и определение механических свойств при кручении
2.	Методы определения критической температуры хрупкости сталей: преимущества и недостатки
3.	Определение скорости распространения усталостной трещины в образцах и построение кинетической диаграммы усталостного разрушения
4.	Аппаратура и методы металлографического анализа металлов
5.	Подготовка образцов для металлографического анализа. Возможности и ограничения металлографического анализа
6.	Принцип работы и возможности конфокального лазерного микроскопа
7.	Растровый электронный микроскоп (РЭМ). Устройство и принцип действия. Возможности и ограничения растровой электронной микроскопии
8.	Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Возможности и ограничения просвечивающей электронной микроскопии
9.	Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра
10.	Получение и расшифровка дифрактограмм. Оценка напряжений 1-го рода и микроискажений структуры металлов
11.	Дилатометрический анализ. Определения термического коэффициента линейного расширения
12.	Определение плотности металлов
13.	Определение теплопроводности металлов

7.3.1 Критерии оценки:

Максимум за задание 10 баллов, из них:

- выполнение экспериментальной части – 3 балл,
- работа оформлена, но с небольшими неточностями – 1 балл,
- правильно оформленная работа – 2 балла,
- ответы на вопросы по защите даны с небольшими неточностями - 1 балл,
- даны верные ответы на вопросы по защите - 3 балла.

7.3.2. Нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«зачтено»	5 – 10 баллов
6	по накопительному рейтингу	«не зачтено»	0 – 4 бала

7.3.1. Вопросы к зачету с оценкой

Семестр 6

№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой
1	Методы исследования материалов при статических нагрузках (растяжение, сжатие, изгиб, кручение)
2	Методы исследования материалов на ударную вязкость
3	Критическая температура хрупкости. Методы определения критической температуры хрупкости
4	Методы исследования материалов при циклическом нагружении
5	Мало- и многоцикловая усталость. Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения при малоцикловой усталости
6	Принцип работы и возможности конфокального лазерного микроскопа
7	Растровый электронный микроскоп (РЭМ). Устройство и принцип действия
8	Исследование поверхности металла и поверхности изломов с помощью РЭМ
9	Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Устройство ПЭМ.
10	Исследование тонкой структуры металлов и сплавов с помощью ПЭМ
11	Природа рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры.
12	Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами.
13	Основные уравнения дифракции. Уравнение Вульфа-Брэгга.
14	Интенсивность интерференционных максимумов
15	Диффузное рассеяние рентгеновских лучей
16	Устройство и принцип работы рентгеновских аппаратов. Рентгеновский дифрактометр
17	Дифракционные картины поликристаллов. Факторы, определяющие дифракционные картины
18	Получение и расшифровка дифрактограмм. Оценка маронапряжений и микроискажений кристаллической решетки материалов
19	Качественный и количественный рентгеноструктурный фазовый анализ металлов и сплавов
20	Дилатометрический анализ. Аппаратура и методы исследования
21	Определение плотности металлов
22	Определение теплопроводности металлов

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	Зачет с оценкой	«отлично»	Правильный ответ, включающий 2 вопроса и маркировку стали или сплава
		«хорошо»	Наличие некоторых неточностей в ответе на вопрос
		«удовлетворительно»	Наличие неточностей в ответе на вопрос, требующих существенных уточнений
		«неудовлетворительно»	Отсутствие знаний по вопросу

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Плохов А.В., Попелюх А.И., Плотникова Н.В.	Физические и механические свойства материалов: учебник. – Новосибирск: Из-во НГТУ, 2018 – 342 с.	Учебник	2018	ЭБС «Лань»
3.	Луков В.В., Щербаков И.Н.	Физические методы исследования в химии [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на- Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016.— 216 с.	учебное пособие, Электронный ресурс	2016	ЭБС «IPRbooks»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С.	Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд. дом МИСиС, 2011. – 310 с.	Учебное пособие	2011	ЭБС «Знаниум»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.magtu.ru>
- «Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки», <http://science.samgtu.ru/node/31>
- «Литьё и металлургия» <http://lim.bntu.by>
- «Технология металлов» <http://www.nait.ru>
- «Перспективные материалы» <http://www.j-pm.ru>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acadm	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acadmc	№ 1653 от 14.12.2018, срок действия - бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Столы ученические двухместные, столы компьютерные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная меловая, кафедра, компьютеры, проектор, проекционный экран, акустическая система.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения	Столы ученические двухместные, стол преподавательский, стол лабораторный, стулья, доска аудиторная меловая, металлографический микроскоп.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-203	
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-105	Столы ученические двухместные, стол преподавательский, стол лабораторный, стулья, доска аудиторная меловая, металлографический микроскоп.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Е-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
5	Учебно-производственная зона. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Слесарная мастерская. Участок станков с ЧПУ. ИТП-119	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, передвижная доска, испытательное оборудование.