

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт Технологий и инженерной механики
Кафедра Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
Института технологий и инженерной
механики


Могильная Е.П.
(подпись)
« 18 » 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ»

По направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа: «Функциональные материалы, покрытия»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические методы исследования материалов» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов – 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические методы исследования материалов» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 24.04.2018 № 306 редакция с изменениями от 26.11.2020 №1456.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения

«18» 04 2023 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____  Рябичева Л. А.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании методической комиссии института технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 года, протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  С. Н. Ясуник

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – предоставить базовые данные об экспериментальных физических методах исследования в материаловедении и показать возможности их применения.

Задачи:

- изучить методы исследования физических свойств материалов;
- научить использовать термический анализ, калориметрию, дилатометрию, теплопроводность, методы измерения электрических свойств, магнитные свойства, статические и динамические магнитные измерения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физические методы исследования материалов» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Кристаллография и дефекты кристаллической решётки», «Теория строения материалов», «Методы структурного анализа материалов», «Неразрушающие методы контроля материалов», «Физические свойства материалов» и служит основой для изучения дисциплин «Физико-химические основы моделирования строения и свойств материалов», а также выполнения научно-исследовательской работы и подготовки магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-5. Способен использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности.	ПК-5.1. Использует знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Знать принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности Уметь использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной

		деятельности Владеть навыками использования знаний принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5.0 зач. ед.)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	60	
Лекции	30	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	20	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Самостоятельная работа студента (всего)	130	
Итоговая аттестация	экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Термический анализ

Простой термический анализ. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальные термограммы. Аппаратура для дифференциального термического анализа. Факторы, влияющие на характер термограмм. Определение теплоты фазового превращения методом дифференциального термического анализа. Применение термического анализа.

Тема 2. Калориметрический анализ

Прямая калориметрия. Методы обратной калориметрии. Метод Смита. Метод Сайкса. Дифференциальная адиабатическая калориметрия. Импульсная калориметрия. Применения калориметрии.

Тема 3. Дилатометрия

Некоторые закономерности теплового расширения. Методы исследования теплового расширения металлов и объёмных эффектов фазовых превращений в них. Терминология, общие замечания и

рекомендации. Разновидности дилатометров. Дилатометрический датчик. Индикаторные дилатометры. Дифференциальный оптико-механический дилатометр Шевенара. Обработка дилатограмм. Совмещение дилатометрии с термическим анализом. Некоторые применения дилатометрии.

Тема 4. Методы определения плотности

Определение плотности методом трехкратного взвешивания. Метод гидростатического взвешивания.

Тема 5. Измерение удельного электрического сопротивления

Методы измерения электрического сопротивления. Метод вольтметра-амперметра. Мостовые методы измерения электросопротивления. Компенсационный метод. Измерения электрического сопротивления бесконтактными методами. Электрическое сопротивление металлических сплавов. Электросопротивление твёрдых растворов. Электрическое сопротивление интерметаллических соединений и промежуточных фаз. Электрическое сопротивление гетерогенных сплавов. Применения резистометрии в металлофизических исследованиях.

Тема 6. Магнитные свойства веществ, параметры, методы измерений и исследований

Классификация веществ по магнитным свойствам. Методы измерения магнитной восприимчивости. Статические магнитные параметры магнитных металлов и сплавов. Домённая структура ферромагнетиков. Измерение статических магнитных параметров материалов. Измерение магнитострикции.

Тема 7. Исследование фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами.

Аппаратура для исследования фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами. Фазовый магнитный анализ. Частные случаи фазового магнитного анализа. Исследование процессов отпуска закалённой стали методами фазового магнитного анализа. Исследование кинетики превращений переохлажденного аустенита.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Термический анализ.	8	
2	Калориметрический анализ	6	
3	Дилатометрия	8	
4	Методы определения плотности	2	
5	Измерение удельного электрического сопротивления	2	

6	Магнитные свойства веществ, параметры, методы измерений и исследований	2	
7	Исследование фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами	2	
	Итого	30	

4.4. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочн. форма
1	Построение и анализ термограмм для углеродистых сталей.	2	
2	Калориметрический метод определения температур фазового перехода сталей	4	
3	Сертификационные испытания температурно-временных зависимостей методом дилатометрии	4	
4	Методы измерения стационарной теплопроводности.	4	
5	Мостовой метод измерения усилия растяжения образца	4	
6	Магнитные испытания сталей	2	
	Итого:	20	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Термический анализ.	подготовка к практическим занятиям изучение лекционного материала	18	
2	Калориметрический анализ		15	
3	Дилатометрия		15	
4	Методы определения плотности		15	
5	Измерение удельного электрического сопротивления		15	
6	Магнитные свойства веществ, параметры, методы измерений и исследований		15	
7	Исследование фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами		21	
8	Подготовка к экзамену		10	
	Итого:		130	

4.7. Курсовые работы/проекты

Курсовые работы/проекты по дисциплине «Физические методы исследования материалов» не предусмотрены учебным планом.

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. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов: Учебник для металлург. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Б.Г. Лившица. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
2. Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд-дом МИСиС, 2011. – 310 с.

б) дополнительная литература:

1. Металловедение и термическая обработка стали: Справочник. – 3-е изд. Т.И. Методы испытаний и исследования / Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983. – Гл. 17. – 352 с.
2. Берг Л.Г. Введение в термографию / АН СССР, Казан. гос. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина. – 2-е изд., доп. – М.: Наука, 1969. – Гл. 1–4. – 395 с.
3. Чечерников В.И. Магнитные измерения. – 2-е изд. / Под ред. Е.И. Кондорского – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 387 с.
4. Апаев Б.А. Фазовый магнитный анализ сплавов. – М.: Металлургия, 1976. – 280 с.

в) методические указания:

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Физические методы исследования материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.04.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2021.

г) Internet-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.ru>
 Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
 Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
 Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Физические исследования материалов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP

Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Физические методы исследования материалов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-5	ПК-5. Способен использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности.	ПК-5.1. Использует знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Тема.1.Термический анализ. Тема 2. Калориметрический анализ Тема 3. Дилатометрия Тема 4. Методы определения плотности Тема 5.Измерение удельного электрического сопротивления Тема 6. Магнитные свойства веществ Тема 7. Исследование фазовых превращений.	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-5	ПК-5.1. Использует знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Знать принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности Уметь использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности Владеть навыками использования знаний принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Термический анализ. Тема 2. Калориметрический анализ Тема 3. Дилатометрия Тема 4. Методы определения плотности Тема 5. Измерение удельного электрического сопротивления Тема 6. Магнитные свойства веществ Тема 7. Исследование фазовых превращений	Сдача практических занятий подготовка к экзамену

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену:

1. Простой термический анализ.
2. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальные термограммы.

3. Аппаратура для дифференциального термического анализа.
4. Факторы, влияющие на характер термограмм.
5. Определение теплоты фазового превращения методом дифференциального термического анализа.
6. Прямая калориметрия.
7. Методы обратной калориметрии.
8. Метод Смита. Метод Сайкса.
9. Дифференциальная адиабатическая калориметрия. Импульсная калориметрия. Применения калориметрии.
10. Некоторые закономерности теплового расширения.
11. Методы исследования теплового расширения металлов и объёмных эффектов фазовых превращений в них.
12. Разновидности дилатометров. Дилатометрический датчик. Индикаторные дилатометры.
13. Обработка дилатограмм. Совмещение дилатометрии с термическим анализом.
14. Определение плотности методом трехкратного взвешивания.
15. Метод гидростатического взвешивания.
16. Методы измерения электрического сопротивления. Метод вольтметра-амперметра. Мостовые методы измерения электросопротивления. Компенсационный метод.
17. Измерения электрического сопротивления бесконтактными методами.
18. Электрическое сопротивление металлических сплавов. Электросопротивление твёрдых растворов. Электрическое сопротивление интерметаллических соединений и промежуточных фаз. Электрическое сопротивление гетерогенных сплавов.
19. Применения резистометрии в металлофизических исследованиях.
20. Классификация веществ по магнитным свойствам.
21. Методы измерения магнитной восприимчивости. Статические магнитные параметры магнитных металлов и сплавов.
22. Домённая структура ферромагнетиков.
23. Измерение статических магнитных параметров материалов. Измерение магнитострикции.
24. Аппаратура для исследования фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами.
25. Фазовый магнитный анализ. Частные случаи фазового магнитного анализа.
26. Исследование процессов отпуска закалённой стали методами фазового магнитного анализа.
27. Исследование кинетики превращений переохлажденного аустенита.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объёме осветил рассматриваемую проблематику, привёл аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привёл аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)