

**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 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И
СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ»**

По направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа: «Функциональные материалы, покрытия»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные методы исследования структуры и свойств материалов» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные методы исследования структуры и свойств материалов» составлена с учетом государственного образовательного стандарта высшего образования 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: «__» _____ 201__ 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 _____ Н. Ясуник

©Рябичева Л.А., 2023 год

© ГОУ ВПО ЛНР ЛНУ им. В.ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – формирование систематизированных знаний о современных методах исследования реальной структуры, состава и свойств материалов, физических принципов и области применения методов.

Задачи:

- освоение методов анализа структуры, элементного и фазового состава материалов, рентгеноструктурный, рентгеноспектральный и эмиссионный спектральный анализ, электронография, электронная микроскопия;
- методов исследования свойств материалов, дилатометрия, электрофизический, термический анализ материалов, акустические методы исследования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Современные методы исследования структуры и свойств материалов» входит в вариативную часть общенаучного блока дисциплин подготовки магистров.

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-1.	УК-1.1. Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2. Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями выполнения учебного задания УК-1.3. Формулирует и	Знать: информационные ресурсы для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей Уметь: систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности

	аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	Владеть: навыками использования, систематизации и анализа методической, научно-технической и технологической литературы для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ОПК-1.2. В рамках производственной деятельности моделирует и внедряет в производство технологические процессы создания и обработки материалов с учётом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности.	Знать: методы моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования. Уметь: моделировать процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования Владеть: навыками моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования

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	30	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	

Самостоятельная работа студента (всего)	120	
Итоговая аттестация	зачёт	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Рентгеноструктурный анализ материалов. Рентгеновский спектральный анализ.

Физика рентгеновских лучей. Природа лучей рентгена, их преломление, дифракция. Спектры рентгеновских лучей. Излучение со сплошным спектром. Характеристическое рентгеновское излучение. Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съёмки и устройство гониометра. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Уравнение Вульфа–Брэггов Обратная решётка. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Индексирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла.

Тема 2. Эмиссионный спектральный анализ.

Основные законы и формулы. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Решение типовых задач по теме.

Тема 3. Электронография.

Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Приготовление образцов. Определение кристаллической структуры и качественный фазовый анализ по электронограммам поликристаллических объектов. Просвечивающий электронный микроскоп.

Тема 4. Применение резистометрии в задачах металловедения.

Магнитные свойства веществ, параметры, методы измерений и исследований. Исследование фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами.

Тема 5. Дилатометрический анализ.

Некоторые закономерности теплового расширения. Методы исследования теплового расширения металлов и объёмных эффектов фазовых превращений в них.

Тема 6. Термический анализ материалов.

Простой термический анализ. Дифференциальный термический анализ.

Тема 7. Магнитометрические методы исследования материалов.

Ультразвуковые методы исследования материалов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Рентгеноструктурный анализ материалов. Рентгеновский спектральный анализ.	8	
2	Эмиссионный спектральный анализ.	6	
3	Электронография.	8	
4	Применение резистометрии в задачах металловедения.	2	
5	Дилатометрический анализ	2	
6	Термический анализ материалов. Ультразвуковые методы исследования материалов.	2	
7	Магнитометрические методы исследования материалов	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	Рентгеноструктурный анализ материалов. Подготовка образцов. Съёмка. Расшифровка рентгенограмм. Анализ и выводы.	6	
2	Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Устройство микроскопа. Возможности. анализ микроструктур.	8	
3	Дилатометрический анализ. Устройство дилатометра. Возможности. Расшифровка. Анализ результатов исследования	8	
4	Термический анализ материалов. Выполнение термического анализа. Структуры. Связь со свойствами.	8	
Итого:		30	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Подготовка к практическим занятиям 1-4		12	
2	Рентгеноструктурный анализ материалов. Рентгеновский спектральный анализ.	подготовка к практическим занятиям	14	
3	Эмиссионный спектральный анализ.	изучение лекционного	14	
4	Электронография. Сканирующая и		14	

	просвечивающая электронная микроскопия.	материала		
5	Применение резистометрии в задачах металловедения.		14	
6	Дилатометрический анализ		12	
7	Термический анализ материалов. Ультразвуковые методы исследования материалов.		10	
8	Магнитометрические методы исследования материалов. Ультразвуковые методы исследования материалов.		10	
9	Выполнение индивидуального задания		10	
10	Подготовка к зачёту		10	
Итого:			120	

4.7. Курсовые работы/проекты

Курсовые работы/проекты по дисциплине «Современные методы исследования структуры и свойств 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. Сальников В.Д., Методы контроля и анализа веществ: рентгеновские методы анализа : лаб. практикум / В.Д. Сальников, В.А. Филичкина, И.В. Муравьева - М. : МИСиС, 2017. - 33 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_210.html (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Анисович А.Г., Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения / А.Г. Анисович - Минск : Белорус. наука, 2017. - 207 с. - ISBN 978-985-

08-2112-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850821126.html> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Бублик В.Т., Дифракционные методы изучения материалов и приборных структур : рентгеновская рефлектометрия / Бублик В.Т. - М. : МИСиС, 2016. - 84 с. - ISBN 978-5-87623-982-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239822.html> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Качанов В.К., Ультразвуковая адаптивная многофункциональная дефектоскопия / Качанов В.К., Карташёв В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01345-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013458.html> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Вознесенский Э.Ф., Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э.Ф. Вознесенский, Ф.С. Шарифуллин, И.Ш. Абдуллин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 184 с. - ISBN 978-5-7882-1545-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215457.html> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Дзидзигури Э.Л., Методы исследования характеристик и свойств металлов : лаб. практикум / Дзидзигури Э.Л. - М. : МИСиС, 2013. - 138 с. - ISBN 978-5-87623-751-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237514.html> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

в) методические указания:

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Современные методы исследования структуры и свойств материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.04.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2018.

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.su>

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Современные методы исследования структуры и свойств 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 по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Современные методы исследования структуры и свойств 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	УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2. Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями выполнения учебного задания УК-1.3. Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	Тема 1. Рентгеноструктурный анализ материалов. Рентгеновский спектральный анализ Тема 2. Эмиссионный спектральный анализ Тема 3. Электронография.	1
2	ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения	ОПК-1.2. В рамках производственной деятельности моделирует и внедряет в производство технологические процессы создания и обработки материалов с	Тема 4. Применение резистометрии в задачах металловедения Тема 5. Дилатометрический анализ Тема 6.	1

		и технологии материалов	учётom экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности.	Термический анализ материалов. Тема 7. Магнитометрические методы исследования материалов. Ультразвуковые методы исследования материалов	
--	--	-------------------------	--	---	--

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	УК-1	УК-1.1. Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2. Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями выполнения учебного задания УК-1.3. Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	Знать: информационные ресурсы для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей Уметь: систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности Владеть: навыками использования, систематизации и анализа методической, научно-технической и технологической литературы для принятия решений в	Тема 1. Рентгеноструктурный анализ материалов. Рентгеновский спектральный анализ Тема 2. Эмиссионный спектральный анализ Тема 3. Электронография.	Сдача практических работ, вопросы к зачёту

			научных исследованиях и в практической технической деятельности		
2	ОПК-1	ОПК-1.2. В рамках производственной деятельности моделирует и внедряет в производство технологические процессы создания и обработки материалов с учётом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической промышленной безопасности.	Знать: методы моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированног о проектирования. Уметь: моделировать процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированног о проектирования Владеть: навыками моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированног о проектирования	Тема 4. Применение резистометрии в задачах металловедения Тема 5. Дилатометричес кий анализ Тема 6. Термический анализ материалов. Тема 7. Магнитометричес кие методы исследования материалов. Ультразвуковые методы исследования материалов	Сдача практическ их работ, вопросы к зачёту

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачёт)

Вопросы к зачёту:

1. Рентгеноструктурный анализ материалов.
2. Рентгеновский спектральный анализ.
3. Физика рентгеновских лучей. Природа лучей рентгена, их преломление, дифракция.
4. Спектры рентгеновских лучей. Излучение со сплошным спектром.

5. Характеристическое рентгеновское излучение.
6. Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки.
7. Устройство дифрактометра. Геометрия съёмки и устройство гониометра.
8. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Уравнение Вульфа–Брэгга. Обратная решетка.
9. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Индицирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла.
10. Эмиссионный спектральный анализ. Основные законы и формулы.
11. Пламенная эмиссионная спектроскопия.
12. Электронография. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Приготовление образцов.
13. Определение кристаллической структуры и качественный фазовый анализ по электронограммам поликристаллических объектов.
14. Просвечивающий электронный микроскоп.
15. Применение резистометрии в задачах металловедения.
16. Магнитные свойства веществ, параметры, методы измерений и исследований.
17. Исследование фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами.
18. Дилатометрический анализ.
19. Некоторые закономерности теплового расширения.
20. Методы исследования теплового расширения металлов и объёмных эффектов фазовых превращений в них.
21. Термический анализ материалов.
22. Простой термический анализ.
23. Дифференциальный термический анализ.
24. Магнитометрические методы исследования материалов.
25. Ультразвуковые методы исследования материалов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачёт

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачёт сдан на высоком уровне	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
Зачёт сдан на среднем уровне	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество

	ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
Зачёт сдан на низком уровне	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
Зачёт сдан на неудовлетворительном уровне	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

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)