

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
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.

« 18 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА МАТЕРИАЛОВ»

по научной специальности 2.6.17 Материаловедение

Луганск - 2023

Лист согласования рабочей учебной программы дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы структурного анализа материалов» по направлению подготовки 2.6.17. Материаловедение – 10 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы структурного анализа материалов» по научной специальности 2.6.17. Материаловедение составлена с учетом Федеральных государственных требований в структуре программ подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утверждённых Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. №951; Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 г. №118 Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (с изменениями и дополнениями); Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122.

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры материаловедения Дубасов В. М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения « *18* » *04* 2023 г., протокол № *8*

Заведующий кафедрой _____ Рябичева Л.А.
Переутверждена: « ____ » _____ 2023 г., протокол № _____

Рекомендована на заседании Методической комиссии института Технологий и инженерной механики
« *18* » *04* 2023 г., протокол № *3*

Председатель методической комиссии
института Технологий и инженерной механики _____ Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины - формирование у аспирантов теоретических знаний о современных методах исследований материалов и процессов, изучение физических принципов и возможностей методов.

Задачи. Изучение основ техники и теории, условия проведения современного эксперимента; изучение методов кристаллооптического анализа; изучение спектральных методов исследования твердых тел; изучение методов определения химического состава функциональных материалов; изучение методов исследования поверхности; изучение методов термического анализа материалов; изучение методов исследования электрических и магнитных свойств материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы структурного анализа материалов» относится к модулю профессиональных дисциплин подготовки бакалавров и формирует специальные знания, умения и навыки будущих специалистов.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания дифференциального и интегрального исчисления, умения определить физический смысл полученных механических свойств и навыки расчета показателей механических свойств, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Механика материалов и основы конструирования», «Физика конденсированного состояния» и служит основой для освоения дисциплин «Теория и технология термической и химико-термической обработки», «Теория и технология композиционных материалов», «Теория и технология порошковых материалов», «Теория и технология нанесения покрытий».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен организовывать и проводить мероприятия по автоматизации и механизации технологических процессов термической и химико-термической обработки	ПК-1.1. Анализирует несложные и сложные технологические процессы термической и химико-термической обработки	знать: несложные и сложные технологические процессы термической и химико-термической обработки уметь: анализировать несложные и сложные технологические процессы термической и химико-термической обработки владеть: навыками анализа несложных и сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки

	ПК-1.2. Участствует в разработке средств автоматизации для несложных и сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки	знать: средства автоматизации для несложных и сложных технологических процессов уметь: разрабатывать средства автоматизации для несложных и сложных технологических процессов владеть: разработкой средств автоматизации для несложных и сложных технологических процессов
	ПК-1.3. Обеспечивает текущий контроль несложных и сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки и управления ими	знать: текущий контроль несложных и сложных технологических процессов уметь: обеспечить текущий контроль несложных и сложных технологических процессов владеть: текущим контролем несложных и сложных технологических процессов
ПК.3. Способен обеспечивать контроль качества изделий после несложных и сложных процессов	ПК-3.1. Применяет периодический контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве	знать: периодический контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве уметь: выполнять периодический контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве владеть: методами периодического контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве
	ПК-3.2. Осуществляет разработку методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства	знать: методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства уметь: разрабатывать методики контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства владеть: навыками разработки методик контроля изделий, изготовленных в несложных и сложных процессах термического производства

	ПК-3.3. Выявляет причины брака после несложных и сложных процессов термического производства	знать: причины брака после несложных и сложных процессов термического производства уметь: выявить причины брака после несложных и сложных процессов термического производства владеть: навыками причины брака после несложных и сложных процессов термического производства
--	--	--

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)	144 (4,0 зач. ед)	144(4,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	12
Лекции	51	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	76	132
Итоговая аттестация	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Металлографические методы исследования структуры. Макроструктурный анализ. Микроструктурный анализ. Фрактографический анализ. Основы световой оптической микроскопии. Принципиальная схема оптического микроскопа.

Тема 2. Методы микроскопического анализа металлов и сплавов. Метод косо́го освещения. Метод темнопольного освещения. Исследование структуры в поляризованном свете. Метод фазового контраста. Метод интерференционного получения изображения. Количественные анализаторы микроструктуры. Основные задачи, решаемые методом микроструктурного анализа.

Тема 3. Электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Прямой метод исследования. Косвенные методы электронной микроскопии.

Растровая электронная микроскопия. Принцип растровой электронной микроскопии (РЭМ). Физические основы растровой электронной

микроскопии. Эффекты взаимодействия электронного луча с объектом. Отраженные, вторичные и поглощенные электроны. Разновидности растрового электронного микроскопа. Отражательный РЭМ. Просвечивающий РЭМ.

Устройство и принципиальная схема растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Принцип работы электронных линз.

Принципиальная схема растрового электронного микроскопа. Несовершенства электронной оптики. Особенности проведения исследований на РЭМ.

Регистрация вторичных и отраженных электронов. Изучение фазового состава и топографии поверхности. Подготовка объектов для исследования и требования к ним. Технические возможности растрового электронного микроскопа.

Тема 4. Рентгеноструктурный анализ. Основы физики рентгеновских лучей, их получение. Принцип работы и устройство рентгеновского аппарата. Свойства рентгеновских лучей. Основные задачи рентгеноструктурного анализа. Основные методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод вращающегося монокристалла. Рентген анализ поликристаллических объектов (метод Дебая-Шеррера).

Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Качественный рентгеноструктурный анализ. Идентификация однофазных веществ по данным о межплоскостных расстояниях. Количественный рентгеноструктурный анализ.

Применение рентгеноструктурного анализа в физическом металловедении. Рентгеноструктурный анализ стали после термической обработки. Рентгеноструктурный анализ искажений кристаллической решетки.

Тема 5. Электронография и нейтронография. Физические основы и методология электронографического анализа. Нейтронография.

Тема 6. Спектральный анализ материалов. Физические основы оптической спектроскопии. Приборы для спектрального анализа. Основные методы оптического спектрального анализа. Источники ошибок при проведении оптико-спектрального анализа. Рентгеноспектральный анализ материал (физический смысл). Достоинства рентгеноспектрального анализа материалов. Аппаратура для рентгеноспектрального анализа материалов.

Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА). Физические основы и применение.

Тема 7. Термический анализ. Простой термический анализ. Дифференциальный термический анализ. Аппаратура для термического анализа.

Тема 8. Неразрушающие методы контроля. Рентгеновская дефектоскопия, физические основы и применение. Ультразвуковая дефектоскопия, физические основы и применение.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Металлографические методы исследования структуры	6	1
2	Методы микроскопического анализа металлов и сплавов	6	1
3	Электронная микроскопия.	6	2
4	Рентгеноструктурный анализ.	7	2
5	Электроннография и нейтронография	7	1
6	Спектральный анализ материалов	7	1
7	Термический анализ.	6	
8	Неразрушающие методы контроля	6	
Итого:		51	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Металлографические методы исследования структуры	2	
2	Основные задачи, решаемые методом микроструктурного анализа.	2	1
3	Принцип растровой электронной микроскопии (РЭМ). Физические основы растровой электронной микроскопии.	2	-
4	Принципиальная схема растрового электронного микроскопа. Особенности проведения исследований на РЭМ.	2	1
5	Рентгеноструктурный анализ. Основы физики рентгеновских лучей, их получение.	2	
6	Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Качественный рентгеноструктурный анализ.	3	1
7	Методы дифрактометрического рентгеноструктурного анализа. Идентификация однофазных веществ по данным о межплоскостных расстояниях	4	1
Итого:		17	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Металлографические методы исследования структуры	Самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим, Выполнение контрольной работы (для студентов заочного отделения)	8	16
2	Методы микроскопического анализа металлов и сплавов		8	18
3	Электронная микроскопия.		10	16
4	Рентгеноструктурный анализ.		10	16
5	Электроннография и нейтронография		10	16

6.	Спектральный анализ материалов	10	16
7.	Термический анализ.	10	16
8	Неразрушающие методы контроля	10	18
	Итого	76	132

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Методы структурного анализа» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

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

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационные технологии, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- 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.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. 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]. - ЦКБ : 11Пр:/Ау/у/у.8111сСеп1НЪгагу.Г11/Book/1BBA9785788215457.]]1т1 (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Практика металлографического исследования материалов [Электронный ресурс] / А.Г. Анисович, И.Н. Румянцева - Минск : Белорус. наука, 2013. - { HYPERLINK "http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850816030.html" }

3. Кларк Э.Р., Микроскопические методы исследования материалов / Кларк Эшли Р., Эберхардт Колин Н. - М. : Техносфера, 2007. - 376 с. - ISBN 978-5-94836-121-5 Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - ЦКБ : 11Пр7Ау\у.А1|Сеп11Бгагу.Г11/Book/1ВВА9785948361215.[]1т1 (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Введенский В.Ю., Экспериментальные методы физического материаловедения: моногр. / В.Ю. Введенский, А.С. Лилеев, А.С. Перминов. - М. : МИ-СиС, 2011. - 310 с. - ISBN 978-5-87623-414-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. КБ: []Пр:/\у\у.А1|с1еп1НБгагу.Г11/Book/1ВВА9785876234148.[]1т1 (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Бублик В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов. Уч. пособ. Для вузов. М., Металлургия, 1978. 272 с.

3. Дифракционный и резонансный структурный анализ (рентгено-, электроно-, нейтроно-, мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия). Жданов Г.С., Илюшин А.С., Никитина С. В. - М.: Наука. Главная редакция Физикоматематической литературы. 1980. - 254 с.

4. Кульков С.Н. Современные методы анализа в материаловедении: учебное пособие / С.Н. Кульков, С.П. Буякова; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 84 с.

5. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н.: Учеб. пособие для вузов. - М.: МИСИС, 1994. - 328 с.

6. Никитенков Н.Н. Основы анализа поверхности твердых тел методами атомной физики: учебное пособие / Н.Н. Никитенков; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - 203 с.

в) методические указания:

1. Королев, А. П. Методы структурного анализа [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для бакалавров, обучающихся по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» дневной и заочной форм обучения / А. П. Королев. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Системные требования : ПК не ниже класса РепИит II ; CD-ROM-дисковод 14,8 МБ ; КМ ; ^тс1о\\5 95/98/ХР ; мышь. - Загл. с экрана.

2. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Методы структурного анализа материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов. /Сост.: Е.П. Могильная. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2012.

3. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы структурного анализа материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов. /Сост.: Е.П. Могильная. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2014.

г) интернет-ресурсы:

г) Интернет-ресурсы: 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> 10 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/> ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/> Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –
<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x> Электронно-библиотечная система «StudMed.ru»
– { HYPERLINK "https://www.studmed.ru" }

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Методы структурного анализа материалов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет; Образцы, микрошлифы и оборудование для их подготовки; Перечень наглядных пособий и технических средств обучения.

Программное обеспечение:

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

		"_blank" }
Аудиоплеер	VLC	{ HYPERLINK "http://www.videolan.org/vlc/" \t "_blank" }

8. Фонды оценочных средств

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Методы структурного анализа материалов»

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

1. Цели и задачи макроструктурного анализа.
 2. Цели и задачи микроструктурного анализа.
 3. Анализ структуры черных металлов.
 4. Анализ структуры цветных металлов и сплавов.
 5. Количественная металлография.
 6. Основные виды и классификационные признаки поверхностей разрушения.
 7. Макрофрактографические характеристики изломов.
 8. Микроскопическая фрактография.
 9. Исследование и диагностика разрушений методами фрактографии.
 10. Методы анализа мезоструктур.
 11. Эмиссионный спектральный анализ.
 12. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия.
 13. Применение резистометрии в задачах металловедения.
 14. Дилатометрический анализ.
 15. Термический анализ материалов.
 16. Магнитометрические методы исследования материалов.
 17. Ультразвуковые методы исследования материалов.
 18. Статистические методы обработки данных микроанализа.
 19. Геометрические параметры пространственной микроструктуры.
- Теоретические основы стереометрического микроанализа.
20. Структурный (фазовый) объемный состав сплава.
 21. Метод дифракции обратно рассеянных электронов (ДОЭ). Теория ДОЭ (EBSD).
 22. Схема и принцип действия ДОЭ (EBSD). Комплектация установки: аппаратная и программная части.
 23. Реконструкция структуры, качественный и количественный анализы. Карты контрастов. Карты ориентировок. Карты границ зерен.
 24. Карты фактора Шмида. Карты распределения микронапряжений. Карты рекристаллизации. Реконструкция структуры, количественный анализ.

25. Анализ распределения зерен по размеру и форме. 26. Построение диаграмм распределения углов разориентировок границ зерен.
26. Анализ текстур.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел 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, привел 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.)

Задания по практическим занятиям:

1. Применение микроструктурного анализа в материаловедении:
 - 1) получение фотографий микроструктур сталей;
 - 2) оценка количества зерен методом секущих;
 - 3) оценка размера зерна;
 - 4) статистический анализ величины зерна.

2. Исследование фрактографии сталей и цветных металлов:
 - 1) получение изломов образцов сталей;
 - 2) получение изломов образцов цветных металлов;
 - 3) анализ характера изломов сталей;
 - 4) анализ характера изломов цветных металлов.

3. Расшифровка дифрактограмм металлов:
 - 1) получение дифрактограмм металлов;
 - 2) расшифровка дифрактограмм;
 - 3) анализ результатов исследования.

4. Анализ химического состава порошковых материалов методом рентгеноспектрального анализа:
 - 1) получение рентгенограмм;

- 2) расшифровка рентгенограмм;
- 3) анализ полученных результатов исследования.
5. Применение методов статистики для обработки микроструктуры:
 - 1) получение выборки величины зерна материала;
 - 2) построение закона нормального распределения;
 - 3) оценка критериев Фишера;
 - 4) обсуждение полученных результатов.
6. Применение метода дифракции обратно рассеянных электронов в материаловедении:
 - 1) изучение метода ДОЭ;
 - 2) получение образцов для ДОЭ;
 - 3) изучение карт ДОЭ материалов;
 - 4) анализ результатов исследования мезоструктуры методом ДОЭ.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

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

Темы рефератов:

1. Макроструктурный анализ и микроструктурный анализ материалов.
2. Анализ структуры черных металлов. Анализ структуры цветных металлов и сплавов. Количественная металлография.
3. Микроструктурный анализ поверхностно-упрочненных слоев металла.
4. Основные виды и классификационные признаки поверхностей разрушения. Макрофрактографические характеристики изломов. Микроскопическая фрактография. Исследование и диагностика разрушений методами фрактографии.

5. Рентгеноструктурный и рентгеноспектральный анализ материалов.

6. Методы анализа мезоструктур. Эмиссионный спектральный анализ. Электронография. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия.

7. Применение резистометрии в задачах металловедения. Дилатометрический анализ. Термический анализ материалов. Магнитометрические методы исследования материалов. Ультразвуковые методы исследования материалов.

8. Статистические методы обработки данных микроанализа. Геометрические параметры пространственной микроструктуры.

9. Метод дифракции обратно рассеянных электронов (ДОЭ). Теория ДОЭ (EBSD).

10. Схема и принцип действия ДОЭ (EBSD). Комплектация установки: аппаратная и программная части.

11. Подготовка образцов для ДОЭ (EBSD). Порезка образцов. Шлифовка и полировка образцов. Электрополировка образцов. Рецепты ванн и режимы для электролитического полирования. Съёмка. Подбор режима съёмки. Оптимизация плана эксперимента. Анализ полученных данных.

12. Реконструкция структуры, качественный и количественный анализы.

13. Карты контрастов. Карты ориентировок. Карты границ зерен. Карты фактора Шмида.

14. Карты распределения микронапряжений. Карты рекристаллизации. Реконструкция структуры, количественный анализ. Анализ распределения зерен по размеру и форме.

15. Построение диаграмм распределения углов разориентировок границ зерен. Анализ текстур.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении

	допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к зачету:

1. Что такое макроструктурный анализ, его возможности.
2. Что такое микроструктурный анализ, его возможности.
3. Выполните анализ структуры черных металлов.
4. Выполните анализ структуры цветных металлов и сплавов.
5. Преимущества и недостатки количественной металлографии, условия ее применения.
6. С какой целью выполняется микроструктурный анализ поверхностно-упрочненных слоев металла.
7. Основные виды и классификационные признаки поверхностей разрушения.
8. Какие макрофрактографические характеристики изломов применяются.
9. Возможности микроскопической фрактографии.
10. В чем заключается диагностика разрушений методами фрактографии.
11. Какие возможности рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа материалов.
12. Назовите методы анализа мезоструктур.
13. Для чего применяется эмиссионный спектральный анализ.
14. Цель и задачи электронографии.
15. Для чего применяется сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия.
16. Применение резистометрии в задачах металловедения.
17. С какой целью делается дилатометрический анализ.
18. С какой целью делается термический анализ материалов.
19. Возможности магнитометрических методов исследования материалов.
20. . С какой целью делается Ультразвуковые методы исследования материалов.

21. Статистические методы обработки данных микроанализа.
22. Геометрические параметры пространственной микроструктуры.
23. Теоретические основы стереометрического микроанализа.
24. Структурный (фазовый) объемный состав сплава. Площадь граничных поверхностей в единице объема сплава (удельная поверхность).
25. Плотность линейных элементов структуры в объеме сплава.
26. Число микрочастиц в единице объема сплава и распределение их по размерам. Форма и расположение микроскопических частиц в сплаве
27. Метод дифракции обратно рассеянных электронов (ДОЭ). Теория ДОЭ (EBSD).
28. Схема и принцип действия ДОЭ (EBSD). Комплектация установки: аппаратная и программная части.
29. Подготовка образцов для ДОЭ (EBSD). Порезка образцов. Шлифовка и полировка образцов. Электрополировка образцов.
30. Рецепты ванн и режимы для электролитического полирования.
31. Съёмка. Подбор режима съёмки.
32. Оптимизация плана эксперимента. Анализ полученных данных.
33. Реконструкция структуры, качественный и количественный анализы.
34. Карты контрастов. Карты ориентировок.
35. Карты границ зерен. Карты фактора Шмида.
36. Карты распределения микронапряжений. Карты рекристаллизации.
37. Реконструкция структуры, количественный анализ.
38. Анализ распределения зерен по размеру и форме.
39. Построение диаграмм распределения углов разориентировок границ зерен.
40. Анализ текстур.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *зачет*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	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.
хорошо (4)	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.
удовлетворительно (3)	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.
неудовлетворительно (2)	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

Форма листа изменений и дополнений

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)