Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования структуры материалов биотехнических систем

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
(направленность (профиль): «Материалы и технологии в биотехнических системах»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 29-04-2026 12:25:45 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение физических основ методов исследования структуры материалов биотехнических систем и необходимого оборудования;
– изучение областей рационального использования методов исследования структуры материалов биотехнических систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение знаний в области оптической микроскопии, необходимых для понимания связи между качественными и количественными характеристиками микроструктуры и свойствами металлических материалов;
– получение знаний об основах электронно-микроскопических и рентгеновских методов исследования, а также об основных корреляциях между характеристиками тонкой структуры и свойствами материалов и изделий;
– формирование базовых представлений о методиках комплексных исследований структуры материалов биотехнических систем с целью обеспечения их работоспособности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Химия;
– Физическое материаловедение;
– Материаловедение.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Цветные сплавы с улучшенными свойствами;
– Анализ и контроль качества материалов;
– Получение и свойства высокопрочных материалов;
– Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен обеспечивать работоспособность биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	ПК-2.1 Осуществляет обоснованный выбор способов и режимов обработки, обеспечивающих требуемый комплекс свойств элементов биотехнических систем	– знать: теоретические основы методов исследования структуры материалов, необходимых для структурного анализа на различных уровнях, а также аппаратуру для структурного анализа. – уметь: выбирать и применять методы структурного анализа для обоснованного выбора способов и режимов обработки, обеспечивающих требуемый комплекс свойств элементов биотехнических систем.
		ПК-2.2 Осуществляет контроль качества элементов биотехнических систем с учетом их структуры, свойств и конструктивных особенностей	– знать: методы исследования структуры материалов, необходимые для контроля качества элементов биотехнических систем. – уметь: использовать методы структурного анализа для измерения и оценки параметров структуры при выполнении комплексных исследований материалов биотехнических систем с целью обеспечения их

			работоспособности.
		ПК-2.3 Устанавливает причины отклонений эксплуатационных свойств элементов биотехнических систем от заданных параметров	– знать: основные взаимосвязи между параметрами структуры и свойствами материалов, применяемых в биотехнических системах; основные виды нормативной документации, содержащей требования к параметрам структуры материалов и методам их определения. – уметь: использовать данные структурного анализа для определения причин отклонений эксплуатационных свойств элементов биотехнических систем от заданных параметров, а также уметь устранять эти отклонения.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации		*экзамен, зачет с оценкой по КР*

Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*216*
	зачетных единиц	***6***	*6*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***73***	*73*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Оптическая микроскопия;

Тема 1.1 Макро-и микроструктурный анализ (Металлографический анализ. Цели и задачи макро-и микроструктурного анализа. Основные функциональные части и оптическая схема металлографического микроскопа. Глубина резкости, яркость и контрастность изображения. Выбор увеличения микроскопа);

Тема 1.2 Основы количественной металлографии (Основные методы количественной металлографии. Методы определения размера зерна. Методы определения количественного соотношения фаз в сплаве и объемной доли структурной составляющей);

Тема 1.3 Использование методов количественного металлографического анализа для контроля структуры сталей (Методы выявления и определения величины зерна. Методы определения неметаллических включений. Метод оценки микроструктуры стального проката);

Раздел 2 Рентгеноструктурный анализ;

Тема 2.1 Структурная кристаллография (Структура кристаллов и пространственная решетка. Элементарные ячейки Браве. Кристаллографические символы);

Тема 2.2 Рентгенография (Природа рентгеновских лучей. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Уравнение дифракции рентгеновских лучей);

Тема 2.3 Получение и регистрация рентгеновских лучей (Рентгеновская техника, необходимая для проведения рентгеноструктурного анализа. Рентгеновская трубка. Рентгеновские камеры и рентгеновские дифрактометры);

Тема 2.4 Методы рентгеноструктурного анализа (Основные методы рентгеноструктурного анализа: метод Лауэ, метод Дебая, метод вращения монокристалла);

Тема 2.5 Прикладной рентгеноструктурный анализ (Определение типа кристаллической решетки и размеров элементарной ячейки. Качественный фазовый анализ однофазных и многофазных систем. Основы количественного фазового анализа);

Тема 2.6 Рентгеноспектральный анализ (Назначение и разновидности рентгеноспектрального анализа. Микрорентгеноспектральный анализ, его особенности. Рентгенофлуоресцентный анализ, его принцип и применение);

Раздел 3 Методы исследования тонкой структуры материалов;

Тема 3.1 Просвечивающая электронная микроскопия и электронография (Возможности просвечивающей электронной микроскопии по сравнению с оптической микроскопией. Типы образцов для ПЭМ и их приготовление. Устройство и работа просвечивающего электронного микроскопа. Электронография. Типы электронограмм, их получение);

Тема 3.2 Растровая электронная микроскопия (Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа. Качество изображения и разрешающая способность растровых электронных микроскопов. Области применения РЭМ);

Тема 3.3 Сканирующая зондовая микроскопия (Возможности зондовых микроскопов. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Получение СЗМ-изображений. Использование СЗМ в материаловедении).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Оптическая микроскопия		
Тема 1.1.	Макро-и микроструктурный анализ	2	
Тема 1.2.	Основы количественной металлографии	2	
Тема 1.3.	Использование методов количественного металлографического анализа для контроля структуры сталей	2	
Раздел 2.	Рентгеноструктурный анализ		
Тема 2.1.	Структурная кристаллография	2	
Тема 2.2.	Рентгенография	2	

Тема 2.3.	Получение и регистрация рентгеновских лучей	2	
Тема 2.4.	Методы рентгеноструктурного анализа	4	
Тема 2.5.	Прикладной рентгеноструктурный анализ	4	
Тема 2.6.	Рентгеноспектральный анализ	2	
Раздел 3.	Методы исследования тонкой структуры материалов		
Тема 3.1.	Просвечивающая электронная микроскопия и электронография	4	
Тема 3.2.	Растровая электронная микроскопия	4	
Тема 3.3.	Сканирующая зондовая микроскопия	2	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Оптическая микроскопия		
Тема 1.1.	Основные методы макро- и микроструктурного анализа сплавов	4	
Тема 1.3.	Количественный фазовый и структурный анализ сталей и чугунов	4	
Раздел 2.	Рентгеноструктурный анализ		
Тема 2.2.	Изучение рентгеновского оборудования для структурного анализа	4	
Тема 2.3.	Основные методы рентгеновской съёмки: метод Лауэ и метод порошка	4	
Тема 2.4.	Рентгеновская камера Дебая, ее устройство. Съемка образцов в РКД	4	
Тема 2.5.	Определение качественного фазового состава вещества рентгеновским методом	4	
Раздел 3.	Методы исследования		

	тонкой структуры материалов		
Тема 3.1.	Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа	4	
Тема 3.2.	Устройство и принцип работы сканирующего электронного микроскопа	4	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Рентгеноструктурный анализ		
Тема 2.3.	Рентгеновское оборудование для структурного анализа: трубки и аппараты	4	
Тема 2.3.	Устройство и работа рентгеновского дифрактометра. Получение и расчет дифрактограмм	4	
Тема 2.4.	Получение рентгенограмм от поликристаллов в камере Дебая и их расчет	4	
Тема 2.5.	Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ однофазных и многофазных систем	4	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2; Раздел 3.	Влияние термообработки на параметры кристаллических решеток твердых растворов сплавов заданного состава. Влияние легирования на фазовый состав сплавов заданного состава. Изучение рентгеновским методом процессов старения в	36	

	сплаве заданного состава. Исследование высокопрочного деформируемого сплава В95 методом сканирующей электронной микроскопии. Исследование поршневого сплава АК12ММгН методом сканирующей электронной микроскопии. Исследование жаропрочного литейного сплава AMX 605 методом сканирующей электронной микроскопии		
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	23	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию.	30	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	20	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой*	36	0

	работы		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	27	
Итого:		**136**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Отчет о практической работе; 6. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Раздел 3.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Курсовая работа.	ПК-2	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ПК-2	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной

инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; отчет о практической работе; оценивание этапов выполнения курсовой работы; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументированно отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
	30	
	60	
	100	

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если

Оценка	Требования к знаниям
	выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении

Оценка	Требования к знаниям
	практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Суворов, Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : учебник для вузов / Э. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06011-9. – URL: https://urait.ru/bcode/563196 (дата обращения: 24.04.2026);

2 Суворов, Э. В. Дифракционный структурный анализ : учебник для вузов / Э. В. Суворов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 342 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-17203-4. – URL: https://urait.ru/bcode/565589 (дата обращения: 24.04.2026);

3 Власов, А.И. Электронная микроскопия. Кн. 11 : учебное пособие / А.И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 168 с. – ISBN 978-5-7038-3502-9. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835029.html (дата обращения: 24.04.2026);

4 Русаков, А. А. Рентгенография металлов : учебник для вузов / А. А. Русаков. – Москва : Атомиздат, 1977. – 480 с.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную оптическим микроскопом, рентгеновским дифрактометром, электронным микроскопом;
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);

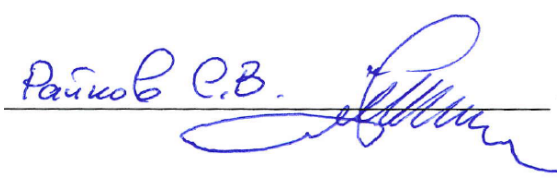
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Составитель(и):

профессор Попова Марина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:



Генеральный директор

ООО «ВЕСТ 2002», д.т.н., доцент

С.В. Райков

Приложение

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся (примерно)

Выберите один правильный ответ.

1. Метод изучения внутреннего строения металлов и сплавов при увеличении 100–1000 крат называется:
    а) микроструктурный анализ
    б) рентгеноструктурный анализ
    в) макроструктурный анализ
2. Метод изучения внутреннего строения металлов и сплавов при увеличении до 50 крат называется:
    а) микроструктурный анализ
    б) рентгеноструктурный анализ
    в) макроструктурный анализ
3. На каком принципе основана работа оптического металлографического микроскопа:
    а) на просвечивании
    б) на отражении
    в) на поглощении
4. Металлографический анализ проводят для изучения
    а) прочности металлов
    б) структуры металлов
    в) атомного строения металлов
5. На форму зерна при кристаллизации влияет
    а) направление отвода тепла при кристаллизации
    б) температура кристаллизации
    в) скорость охлаждения
6. На размер зерна при кристаллизации влияет
    а) направление отвода тепла при кристаллизации
    б) температура кристаллизации
    в) скорость охлаждения
7. Какая зависимость существует между размером зерна и пределом текучести материала?
    а) зависимости нет;
    б) мельче зерно – ниже предел текучести;
    в) мельче зерно – выше предел текучести.
8. Укажите, тип кристаллической решетки, не относящейся к основным типам кристаллической решетки металлов.
    а) ГЦК;
    б) ГПУ;
    в) ОЦК;
    г) ПК.

9. Укажите металл, кристаллическая решетка которого имеет тип ГЦК.
    а) кадмий;
    б) цинк;
    в) алюминий;
    г) никель.
10. Укажите металл, кристаллическая решетка которого имеет тип ОЦК.
    а) хром;
    б) медь;
    в) алюминий;
    г) цинк.
11. Что является одним из признаков металлической связи?
    а) скомпенсированность собственных моментов электронов
    б) образование кристаллической решетки
    в) обобществление валентных электронов в объеме всего тела.
    г) направленность межатомных связей
12. Мелкие кристаллы, не имеющие ярко выраженной многогранной кристаллической формы – это
    а) зерна
    б) дислокационные ячейки
    в) субзерна
    г) монокристаллы
13. К какой группе дефектов кристаллического строения относятся примесные атомы.
    а) одномерных;
    б) двумерных;
    в) объемных;
    г) трехмерных.
14. Способность материала сопротивляться действию внешних сил, не разрушаясь, называется
    а) пластичностью;
    б) прочностью;
    в) твердостью;
    г) вязкостью.
15. Способность материала сопротивляться внедрению другого более твердого тела называется
    а) прочностью;
    б) вязкостью;
    в) твердостью;
    г) пластичностью.
16. Какие свойства материалов относятся к технологическим свойствам?
    а) прочность и пластичность

б) износостойкость и коррозионная стойкость
в) свариваемость, деформируемость и жидкотекучесть
г) хладноломкость и ползучесть

17. Атомы углерода с железом образуют:
а) твердый раствор вычитания
б) твердый раствор замещения
в) твердый раствор внедрения
г) твердый раствор сложения

18. Если атом находится в центре элементарной ячейки – то эта ячейка называется
а) ГЦК решётка
б) ОЦК решетка
в) ГПУ решётка
19. Если атомы расположены в центре граней элементарной ячейки – то эта ячейка называется
а) ГЦК решётка
б) ОЦК решетка
в) ГПУ решётка
20. Образование кристаллической решетки при переходе из жидкого состояния в твердое называется
а) фазовой перекристаллизацией
б) кристаллизацией
в) рекристаллизацией
21. Какую структуру имеет сталь 45 при нагреве до 850 °С
а) перлит + феррит
б) феррит + аустенит
в) аустенит
г) аустенит + цементит
22. Какую структуру имеет углеродистая заэвтектоидная сталь при комнатной температуре
а) перлит + феррит
б) перлит + цементит
в) перлит
г) троостит
23. Какую структуру имеет заэвтектоидная сталь после закалки:
а) мартенсит
б) мартенсит + цементит
в) аустенит + мартенсит
24. Металл нагрели на температуру много больше, чем температура плавления, и неравномерно охладили при этом в структуре получили:
а) столбчатые зёрна
б) крупные зерна

в) мелкие зёрна

25. Чтобы восстановить структуру наклепанного металла, его надо:

а) нагреть выше температуры рекристаллизации

б) нагреть ниже температуры рекристаллизации

в) нагреть выше температуры фазового превращения

2 Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Оптическая микроскопия

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Для чего нужен металлографический анализ?
2. Что такое макроструктура металлов и сплавов?
3. Для каких целей применяют анализ макроструктуры?
4. Что представляет собой микроструктурный анализ?
5. С какими целями проводят микроструктурный анализ?
6. Какие особенности структуры можно выявить с помощью микроструктурного анализа?
7. Из каких этапов состоит приготовление микрошлифов?
8. Какие виды полирования используют для приготовления шлифов?
9. Почему для сплавов на основе железа не используют электрополировку, а для алюминиевых сплавов используют?
10. Для чего необходимо травление шлифов?
11. Как выглядит под микроскопом недотравленный шлиф металла?
12. Какие реактивы применяют для выявления структуры в различных сплавах?
13. Нарисуйте схему освещения шлифа в металлографических микроскопах. В чем ее особенность?
14. Как формируется изображение структуры шлифа в металлографическом микроскопе?
15. Что такое общее увеличение микроскопа?
16. По какой формуле определяется диаметр поля, наблюдаемого на объекте?
17. Каково принципиальное устройство оптического микроскопа?
18. Что такое яркость?
19. Что такое контрастность?
20. Что такое глубина резкости?
21. Какие задачи решает количественная металлография?
22. Как рассчитывают основные параметры количественной оценки зеренной структуры металлов?

23. В чем заключается метод балльной оценки величины зерна? Какие достоинства и недостатки он имеет?
24. Как определяют средний размер зерна по методу Джеффриса и методу Салтыкова?
25. Как определяют объемную долю структурной составляющей по методу Глаголева?
26. Как определяют объемную долю структурной составляющей по методу Розиваля?

Раздел 2 Рентгеноструктурный анализ

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Какие методы структурного анализа называют дифракционными и почему?
2. Какую природу имеют рентгеновские лучи?
3. Как получают дифракционную картину в методе Лауэ?
4. Для определения каких параметров монокристаллов применяется в рентгеновском фазовом анализе метод Лауэ?
5. При каком условии в методе Лауэ можно получить дифракционную картину от зерна поликристалла?
6. Для чего в камере РКСО необходима гониометрическая головка?
7. Чем съемка эпиграммы отличается от съемки лауэграммы?
8. Для чего используют метод Лауэ в рентгеновском структурном анализе?
9. Какие структурные параметры невозможно определить методом Лауэ?
10. Чем метод вращающегося монокристалла отличается от метода Лауэ по условиям съемки рентгенограммы?
11. Для чего применяется в рентгеноструктурном анализе метод вращающегося монокристалла?
12. Почему третий метод рентгеноструктурного анализа называется «метод порошка»?
13. В чем заключается метод порошка?
14. Какие способы расположения пленки по отношению к образцу и первичному пучку рентгеновских лучей используют для регистрации интерференционной картины в методе порошка?
15. В чем преимущества и недостатки способа съемки рентгенограммы на цилиндрическую пленку?
16. В чем преимущества и недостатки способа съемки рентгенограммы на плоскую пленку?
17. Какие факторы влияют на качество рентгенограммы, полученной методом порошка?
18. На какие группы можно разделить все способы фиксации интерференционной картины, полученной методом порошка?

19. Как могут быть изготовлены образцы типа *«столбик»* из порошка?
20. Как могут быть изготовлены образцы типа *«шлиф»*?
21. Какие типы камер применяют для съемки методом порошка?
22. В чем главное преимущество фотографического метода регистрации рентгеновских лучей по сравнению с дифракционным методом?
23. Для чего предназначена рентгеновская камера Дебая (РКД)?
24. Почему камера Дебая позволяет регистрировать на дифракционной картине линии с углами отражения θ от 4 до 84°?
25. Как выбирается режим съёмки поликристалла: излучение, ускоряющее напряжение, время съёмки, рентгеновские камеры?
26. Что такое «разрешающая способность» рентгеновской камеры, отчего она зависит? В каком случае используется этот параметр?
27. Как определяется угол θ по рентгенограммам, снятым в РКД прямым способом?
28. Как определяется угол θ по рентгенограммам, снятым в РКД асимметричным способом?

Раздел 3 Методы исследования тонкой структуры материалов

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Каковы возможности использования быстрых электронов в структурном анализе?
2. Каковы возможности просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) по сравнению с оптической?
3. Опишите виды образцов для просвечивающей электронной микроскопии. Как готовятся образцы?
4. На каких законах основано создание электронных микроскопов просвечивающего типа?
5. Что такое «электронная пушка» в ПЭМе?
6. Что такое «аберрации» электронной оптики?
7. Какие виды аберраций Вы знаете и как они устраняются в ПЭМе?
8. Какую информацию можно получить при просмотре реплик в ПЭМе?
9. На каком принципе основана сканирующая зондовая микроскопия?
10. В чем преимущество СЗМ перед методами оптической и электронной микроскопии?
11. Что такое туннельный эффект?
12. Что такое туннельный ток?
13. При каких условиях может возникнуть туннельный ток?
14. По какой зависимости меняется величина туннельного тока при изменении расстояния между иглой и поверхностью?
15. В чем состоит основной принцип работы сканирующего туннельного микроскопа?
16. Для чего предназначена система обратной связи?

17. Какие два метода используются для получения изображения (рельефа поверхности) в сканирующей туннельной микроскопии?
18. Какие существуют способы приготовления зондов для сканирующего туннельного микроскопа? В чем они заключаются?
19. Какие основные технические характеристики определяют возможности СТМ?
20. Какие требования предъявляют к объектам исследования в СТМ?
21. Чем принципиально отличается атомно-силовой микроскоп (АСМ) от сканирующего туннельного микроскопа?
22. На чем основан принцип работы АСМ?
23. Что такое кантилевер?
24. Чем отличаются 3 режима работы АСМ? Какие достоинства и недостатки они имеют?
25. Какие преимущества имеет АСМ по сравнению со сканирующим электронным микроскопом?
26. Какие недостатки имеет АСМ по сравнению со сканирующим электронным микроскопом?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Раздел 1 Оптическая микроскопия

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1. Металлографический оптический микроскоп предназначен
   1) Для изучения микроструктуры металлов и сплавов в отраженном свете
   2) Для изучения микроструктуры металлов и сплавов в проходящем свете
   3) Для изучения микроструктуры металлов и сплавов в проходящем пучке электронов
   4) Для изучения микрообъектов в пучке нейтронов
2. Какие особенности структуры нельзя определить с помощью микроанализа:
   1) тип и балл неметаллических включений в сплавах;
   2) величину и форму зерен;
   3) особенности дислокационной структуры сплава;
   4) микродефекты металла либо сплава (микротрещины, раковины)
3. Укажите последовательность этапов приготовления шлифа для металлографического анализа из железоуглеродистых сплавов

1) Вырезка образца, шлифование, механическое полирование, электрополировка, травление
2) Вырезка образца, полирование, шлифование, травление
3) Вырезка образца, шлифование, полирование, промывка
4) Вырезка образца, шлифование, полирование, травление

4. Глубина резкости изображения в микроскопии зависит от
1) Яркости света
2) Длины волны света
3) Характеристик объектива (апертуры и фокусного расстояния)
4) Применяемого способа освещения

5. Разрешающая способность микроскопа – это
1) Минимальное расстояние между двумя точками, видимыми раздельно
2) Различие в яркости изображения и фона
3) Отличие одного изображения от другого
4) Способность прибора давать сфокусированное изображение выступов и впадин на поверхности объекта одновременно

6. В металлографическом микроскопе луч света от источника света:
1) Проходит сквозь микрообъект и попадает в объектив
2) Отражается от объектива и проходит через микрообъект
3) Проходит через объектив, отражается от объекта и попадает в окуляр
4) Отражается от микрообъекта и попадает в объектив, а затем в окуляр

7. Источником освещения в металлографическом оптическом микроскопе является
1) Светодиодная лампа
2) Галогенная лампа
3) Люминесцентная лампа
4) Лазер

8. В прямом микроскопе объектив расположен
1) Под объектом
2) Над объектом
3) Сбоку от объекта
4) Объектив не применяется

9. Каково будет увеличение микроскопа, если его окуляр даёт 10-кратное увеличение, а объектив - 40-кратное увеличение?
1) 40
2) 400
3) 4000
4) 440

10. К оптической системе микроскопа относятся:
1. Объектив, окуляр, зеркало, конденсор
2. Объектив, окуляр
3. Объектив, окуляр, тубусодержатель

4. Тубусодержатель, револьвер, макровинт, микровинт

11. Световой микроскоп способен увеличивать объекты:
1) в 2-200 раз
2) в 10-500 раз
3) в 200-1000 раз
4) в 80-1800 раз

12. Основными характеристиками микроскопов, влияющими на качество изображения, являются:
1) Яркость изображения
2) Разрешающая способность, глубина резкости, яркость и контрастность изображения
3) Увеличительная способность
4) Отсутствие искажений получаемого изображения

13. Какие особенности структуры нельзя определить с помощью микроанализа:
1) тип и балл неметаллических включений в сплавах;
2) величину и форму зерен;
3) размер, форму и расположение структурных составляющих (карбидов, графитовых включений и др.);
4) характер излома металла либо сплава

14. Укажите последовательность этапов приготовления шлифа для металлографического анализа из алюминиевых сплавов
1) Вырезка образца, шлифование, механическое полирование, электрополировка, травление
2) Вырезка образца, полирование, шлифование, травление
3) Вырезка образца, шлифование, полирование, промывка
4) Вырезка образца, шлифование, полирование, травление

15. Разрешающая способность в оптической микроскопии зависит от
1) Яркости света
2) Длины волны света
3) Формы светового пучка
4) Светового контраста

16. Контрастность изображения – это
1) Минимальное расстояние между двумя точками, видимыми раздельно
2) Отношение разности яркостей объекта и фона к их сумме
3) Отличие одного изображения от другого
4) Способность прибора давать сфокусированное изображение выступов и впадин на поверхности объекта одновременно

17. Разрешающая способность оптического микроскопа в видимой части спектра составляет
1) 0,2 нм
2) 0,173 нм
3) 0,2 мкм
4) 2 мм

18. Оптический узел, обеспечивающий необходимый по размеру и качеству световой поток в металлографическом оптическом микроскопе – это
    1) Конденсор
    2) Галогенная лампа
    3) Апертурная диафрагма
    4) Полевая диафрагма
19. В инвертированном микроскопе объектив расположен
    1) Под объектом
    2) Над объектом
    3) Сбоку от объекта
    4) Объектив не применяется
20. К механическим частям микроскопа относятся:
    1) Объектив, окуляр, зеркало, конденсор
    2) Объектив, зеркало, револьвер
    3) Объектив, окуляр, тубусодержатель
    4) Тубусодержатель, штатив, предметный столик, макро- и микровинт
21. Какова основная структурная составляющая белых чугунов?
    1) феррит;
    2) цементит;
    3) перлит;
    4) аустенит;
    5) ледебурит.
22. Какова основная структурная составляющая закаленных сталей?
    1) феррит;
    2) цементит;
    3) перлит;
    4) мартенсит;
    5) ледебурит.
23. С какой из перечисленных структур чугун должен обладать наибольшей прочностью:
    1) шаровидный графит (Г) + феррит (Ф);
    2) шаровидный Г + перлит (П);
    3) пластинчатый Г + П;
    4) хлопьевидный Г + Ф + П;
    5) хлопьевидный Г + Ф.
24. Наличием какой фазы в структуре серые чугуны отличаются от белых
    1) феррит;
    2) графит;
    3) цементит;
    4) аустенит;
    5) мартенсит.

25. Выберите все типовые структуры металлической основы графитных чугунов:

1) феррит;
2) ледебурит;
3) феррит + перлит;
4) ледебурит + цементит первичный;
5) перлит.

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации (примерно)

1. Металлографический анализ: определение, цели. Основные группы методов металлографического анализа по уровню разрешения. Количественная и качественная металлография.
2. Макроструктурный анализ, его цели. Приготовление образцов для макроструктурного анализа. Методы макротравления.
3. Микроструктурный анализ, его цели. Основные операции приготовления микрошлифа. Методы травления микрошлифов, особенности их применения.
4. Устройство оптического металлографического микроскопа, его основные функциональные части. Механическая часть и осветительная система микроскопа.
5. Устройство оптического металлографического микроскопа, его основные функциональные части. Оптическая система микроскопа. Объективы, их устройство, классификация и маркировка. Окуляры, их устройство.
6. Формирование изображения структуры шлифа в оптическом металлографическом микроскопе. Оптическая схема металлографического микроскопа. Прямые и инвертированные микроскопы.
7. Параметры, определяющие качество изображения микроструктуры в оптическом микроскопе: разрешающая способность, общее и полезное увеличение микроскопа, глубина резкости, яркость и контрастность изображения.

8. Количественная металлография. Методы определения величины зерна. Основные параметры количественной оценки зеренной структуры металлов: плоский и объемный диаметр зерна, удельная поверхность границ зерен, число зерен в единице объема.
9. Количественная металлография. Метод балльной оценки величины зерна. Область применения метода, его достоинства и недостатки.
10. Методы количественной оценки средних размеров зерна: метод Джеффриса и метод Салтыкова.
11. Количественная металлография. Определение объемной доли структурной составляющей методом Глаголева и методом Розиваля.
12. Количественная металлография. Определение содержания углерода в углеродистых сталях и белом чугуне. Определение соотношения перлита и феррита в доэвтектоидных углеродистых сталях.
13. Природа рентгеновских лучей, их свойства. Основные области применения рентгеновских лучей. Взаимодействие рентгеновского излучения с металлами. Спектры рентгеновских лучей – непрерывный и характеристический.
14. Образование дифракционной картины от поликристалла. Схема дифракции рентгеновских лучей по Брегу. Уравнение Вульфа-Брегга, его применение для определения межплоскостных расстояний.
15. Получение рентгеновских лучей. Схема и принцип работы рентгеновской трубки для структурного анализа. Выбор излучения и рабочего напряжения в рентгеновской трубке.
16. Методы рентгеновской съёмки кристаллов. Общая характеристика метода Лауэ. Задачи, решаемые этим методом.
17. Методы рентгеновской съёмки кристаллов. Общая характеристика метода вращения монокристалла. Задачи, решаемые этим методом.
18. Методы рентгеноструктурного анализа. Общая характеристика метода поликристалла (метода порошка). Задачи, решаемые этим методом.
19. Рентгеновские камеры, их классификация по назначению. Рентгеновская камера Дебая (РКД) для съемки поликристаллов, ее основные конструктивные элементы. Три способа съемки в РКД.
20. Рентгеновские аппараты для структурного анализа. Дифрактометр, его принцип работы и основные узлы. Дифрактометрический узел, его элементы. Фокусировка по Брэггу-Брентано.
21. Задачи, решаемые при помощи получения и расчета дифрактограмм. Преимущества и недостатки дифрактометрических методов по сравнению с фотометодом.
22. Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ однофазных и многофазных систем. Факторы, влияющие на чувствительность фазового анализа.

23. Применение рентгеноструктурного анализа в материаловедении. Основные направления использования рентгеновских лучей в исследовании металлов и сплавов. Ограничения метода РСА.
24. Электронная микроскопия. Принцип действия электронных микроскопов. Типы электронных микроскопов. Возможности электронной микроскопии по сравнению с оптической микроскопией.
25. Просвечивающая электронная микроскопия. Основные системы и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Его особенности и достоинства.
26. Принципиальная схема просвечивающего электронного микроскопа. Схема и принцип работы электронной пушки. Схема и принцип работы электромагнитных линз.
27. Основные характеристики просвечивающего электронного микроскопа: разрешающая способность, увеличение, глубина резкости.
28. Методика подготовки объектов для исследования в электронном микроскопе просвечивающего типа. Прямой метод. Приготовление фольги.
29. Методика подготовки объектов для исследования в электронном микроскопе просвечивающего типа. Косвенный метод. Приготовление пластиковых реплик. Оттенение реплик.
30. Принцип работы растрового (сканирующего) электронного микроскопа. Образцы для исследования. Технические возможности и области применения растрового электронного микроскопа.
31. Взаимодействие электронного зонда с веществом (схема). Особенности изображений, получаемых в отраженных, вторичных и поглощенных электронах.
32. Устройство и работа растрового электронного микроскопа. Схема РЭМ. Устройство электронной пушки в РЭМ. Особенности термокатодов.
33. Формирование изображения поверхности объекта в РЭМ. Регистрация вторичных электронов с помощью детектора Эверхарта-Торнли. Выбор диаметра зонда.
34. Разрешающая способность растровых электронных микроскопов. Факторы, влияющие на ее величину. Виды контраста и его влияние на разрешающую способность РЭМ.
35. Рентгеноспектральный анализ, его назначение. Возможности рентгеноспектрального анализа и его недостатки. Применение.
36. Три метода рентгеноспектрального анализа. Рентгенофлуоресцентный анализ, его принцип и применение. Микрорентгеноспектральный анализ, его возможности.

37. Метод электронографии, его особенности. Получение электронограмм. Основные области применения метода электронографии в материаловедении.
38. Сканирующая зондовая микроскопия, ее разновидности. Схема и принцип работы сканирующих зондовых микроскопов. Особенности СЗМ в сравнении с РЭМ.
39. Принцип и схема работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ). Туннельный эффект. Изображение рельефа поверхности в СТМ (режим топографии и режим регистрации тока).
40. Значение геометрии зондов для СТМ. Виды зондов для СТМ, их изготовление.
41. Получение СЗМ-изображения. Основные технические характеристики СТМ. Требования к объектам исследования. Области использования СТМ.
42. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы АСМ. Конструкция атомно-силового микроскопа. Преимущества и недостатки АСМ по сравнению с СЭМ.
43. Режимы работы АСМ: бесконтактный, контактный и полуконтактный, их достоинства и недостатки.
44. Зондовые датчики, применяемые в АСМ. Основные типы зондовых датчиков. Особенности их изготовления.

7 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком ее выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

8 Вопросы к защите курсовой работы (примерно)

27. Какие дифракционные методы анализа Вы знаете?
28. По какой методике проведен расчёт рентгенограмм поликристаллов, снятых в камере РКД?
29. Поясните, как проводить расчет расчёт рентгенограмм поликристаллов, снятых в камере РКД прямым и асимметричным способами?

30. Как проводят расчет дифрактограмм с целью фазового анализа сплава?
31. Как проводят расчет дифрактограмм с целью определения кристаллической структуры вещества?
32. Как определяется угол θ по дифрактограммам?
33. Каким образом качественно и количественно оценивается интенсивность линий на дифрактограмме и рентгенограмме?
34. Каким образом разделяются линии от α– и β– лучей при расчете рентгенограмм и дифрактограмм?
35. Чем объясняется необходимость внесения поправки на уширение рентгеновских линий за счет толщины образца? Как вносится эта поправка?
36. Как изменится вид рентгенограммы при изменении параметра решетки исследуемого образца?
37. Назовите основные узлы электронной колонны СЭМ. Как происходит формирование электронного зонда?
38. Назовите основные закономерности взаимодействия электронов зонда с веществом. Что такое упругие и неупругие взаимодействия?
39. Какие виды излучения образуются при взаимодействии электронного зонда с образцом?
40. Какие детекторы сигналов применяют в СЭМ?
41. Как работает детектор Эверхарта-Торнли?
42. Какие параметры СЭМ необходимы для создания качественного изображения структуры образца?
43. Что такое рабочее (фокусное) расстояние СЭМ?
44. Что такое зондовый ток и как его величина влияет на яркость изображения?
45. В каком диапазоне обычно задают величину ускоряющего напряжения для достижения высокого разрешения?
46. Назовите причины ухудшения качества СЭМ-изображений. Какими способами можно решить эту проблему?
47. Расскажите о принципах определения химического состава методом ЭДС.
48. Что такое зона генерации и каков ее объем?
49. Вследствие каких процессов образуется характеристическое рентгеновское излучение?
50. Что представляет собой рентгеновский спектр образца?
51. Какие задачи материаловедения можно решать методом рентгеноспектрального микроанализа?

.....