



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

05.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль/специализация) программы
Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2026 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения
22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой  Н.А. Феокистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
ассистент кафедры кафедры ЛПИМ,  В.А. Рядцких

Рецензент:
доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю.
Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Основы структурного анализа материалов» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы структурного анализа материалов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория строения материалов

Материаловедение

Экспериментальная техника материаловедения

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Физические свойства материалов

Выбор материалов и технологий термообработки в машиностроении

Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы структурного анализа материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-9	Способен осуществлять контроль результатов технологических процессов термической и химико-термической обработки в области материаловедения и технологии материалов
ПК-9.1	Проводит контроль результатов типовых режимов термической и химико-термической обработки

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 76,1 академических часов;
- аудиторная – 72 академических часов;
- внеаудиторная – 4,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 32,2 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Оптическая микроскопия								
1.1 Разрешающая способность и увеличение металлографического микроскопа	5	2		4	3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
1.2 Дефекты изображения при работе на металлографическом микроскопе		2			2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
1.3 Объективы и окуляры для металлографических микроскопов		2		2	3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
1.4 Основные методы микроскопического исследования		4		6	2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование. Контрольное тестирование	ПК-9.1
Итого по разделу		10		12	10			
2. Электронная микроскопия								
2.1 Взаимодействие электронов с веществом	5	2		2	2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.2 Просвечивающая		2			2	Самостоятельно	Устный опрос.	ПК-9.1

электронная микроскопия						е изучение литературы. Проработка теоретического материала	Собеседование	ПК-9.1
2.3 Устройство просвечивающего электронного микроскопа	5	4			3	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.4 Увеличение и разрешение просвечивающих электронных микроскопов		2			2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.5 Рассеяние электронов веществом. Образование дифракционной картины в электронном микроскопе		2		2	2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.6 Растровая электронная микроскопия		2		4	2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.7 Особенности растрового электронного микроскопа		4		4	2	Самостоятельное изучение литературы. Проработка теоретического материала	Устный опрос. Собеседование. Контрольное тестирование	ПК-9.1
Итого по разделу		18		12	15			
3. Сканирующая зондовая микроскопия								
3.1 Сканирующая туннельная микроскопия	5	3			3	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
3.2 Атомно-силовая микроскопия		4		8	3	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
3.3 Зонды для туннельной и атомно-силовой микроскопии		1		4	1,2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование. Контрольное тестирование	ПК-9.1
Итого по разделу	8		12	7,2				
4. Промежуточная аттестация								
4.1 Аттестация по предмету	5					Подготовка к экзамену	Экзамен	ПК-9.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		36		36	32,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36		36	32,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Казанская, Л. Ф. Контроль качества материалов изделий и конструкций : учебное пособие / Л. Ф. Казанская, А. П. Лейкин, Э. Ю. Чистяков. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 46 с. — ISBN 978-5-7641-1894-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394004> (дата обращения: 04.03.2026).

2. Белокопытова, Е. С. Металлографический анализ конструкционных материалов авиационного назначения : учебное пособие / Е. С. Белокопытова, И. В. Солдатенко. — Москва : МАИ, 2022. — 87 с. — ISBN 978-5-4316-0912-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/298559> (дата обращения: 04.03.2026).

б) Дополнительная литература:

1. Механика материалов: краткий курс лекций : учебное пособие / составитель О. Н. Минюк. — Пинск : ПолесГУ, 2024. — 49 с. — ISBN 978-985-516-814-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/513833> (дата обращения: 04.03.2026).

2. Носков, Ф. М. Технология и оборудование термической и химико-термической обработки. Теория и технология термической обработки металлов и сплавов : учебное пособие / Ф. М. Носков, Л. И. Квеглис, М. В. Носков. — Красноярск : СФУ, 2018. — 334 с. — ISBN 978-5-7638-3921-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157563> (дата обращения: 04.03.2026).

3. Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований : учебное пособие / В. Э. Вильдеман, А. В. Бабушкин, М. П. Третьяков [и др.] ; под редакцией В. Э. Вильдемана. — Пермь : ПНИПУ, 2011. — 165 с. — ISBN 978-5-398-00652-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160336> (дата обращения: 04.03.2026).

в) Методические указания:

1. Абрамов, Н.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов : учебное пособие / Н.Н. Абрамов, В.А. Белов, Е.И. Гершман ; под редакцией С.Д. Калошкина. — Москва : МИСИС, 2011. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47412> (дата обращения: 04.03.2026).

04.03.202).

2. Земсков, Ю. П. Материаловедение / Ю. П. Земсков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 188 с. — ISBN 978-5-507-48829-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364784> (дата обращения: 04.03.2026).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://www.elibrary.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Основы структурного анализа» предусмотрено выполнение практических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Методические указания по подготовке к тестированию

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

Пример тестового задания

Тема: Основы микроскопии (оптическая, электронная, зондовая)

Выберите один правильный вариант ответа для каждого вопроса.

1. Какие детали структуры НЕ позволяют исследовать оптические микроскопы?

- А) Структуру металлов и сплавов
- Б) Объекты размером менее 0,2 мкм (из-за дифракционного предела)
- В) Прозрачные минералы и шлифы
- Г) Микроструктуру поверхности после травления

2. Наиболее типичной задачей для метода оптической металлографии является:

- А) Определение типа кристаллической решетки
- Б) Исследование микроструктуры, выявление фаз, границ зерен и включений
- В) Построение дифракционных картин
- Г) Анализ химического состава в точке

3. Какая важная особенность характерна для сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) по сравнению с электронной микроскопией?

- А) Использование электронных пушек
- Б) Необходимость помещения образца в вакуум
- В) Возможность получения трехмерного рельефа поверхности с атомарным разрешением
- Г) Использование электромагнитных линз

4. Какая длина волны условно принимается для расчета разрешающей способности микроскопа, работающего в белом свете?

- А) 400 нм (фиолетовая)
- Б) 555 нм (зелено-желтая)
- В) 760 нм (красная)
- Г) 1000 нм (инфракрасная)

5. К дефектам (абберациям) изображения в оптическом микроскопе НЕ относится:

- А) Хроматическая абберация
- Б) Астигматизм
- В) Контрастность изображения

Г) Кома

6. Какое явление сопровождает бомбардировку образца быстрыми электронами в электронном микроскопе?

А) Только испускание фотонов видимого света

Б) Генерация широкого спектра излучений (вторичные электроны, характеристическое рентгеновское излучение и др.)

В) Только нагрев образца

Г) Только образование скрытого изображения

7. Типичное увеличение современного просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ) составляет:

А) До 1000 крат

Б) От 2000 до 1 000 000 крат

В) Ровно 100 000 крат

Г) До 100 крат

8. При исследовании на ПЭМ более толстых и более плотных объектов в большей степени проявляется рассеяние электронов. Как это влияет на формирующееся изображение?

А) Изображение становится ярче

Б) Изображение становится более контрастным (темные участки соответствуют плотным зонам)

В) Пропадает дифракционный контраст

Г) Возникают хроматические аберрации

9. Какова разрешающая способность атомно-силового микроскопа (АСМ) по вертикали (Z)?

А) Микрометры (мкм)

Б) Десятки нанометров (нм)

В) Субангстремная (доли ангстрема / сотые доли нанометра)

Г) Зависит только от увеличения

10. Что НЕ относится к недостаткам растрового электронного микроскопа (РЭМ)?

А) Необходимость глубокого вакуума

Б) Возможность исследования только проводящих материалов (или необходимость напыления)

В) Невозможность получения информации о химическом составе

Г) Относительная сложность пробоподготовки

Темы для практических работ:

1. Устройство оптического микроскопа и настройка освещения.
2. Подготовка образцов для металлографического анализа.
3. Выявление структуры материалов химическим травлением.
4. Определение величины зерна в металлах и сплавах.
5. Изучение микроструктуры чугунов.
6. Изучение микроструктуры сталей.
7. Измерение микротвердости структурных составляющих.
8. Оценка пористости и включений в материалах.
9. Принципы работы растрового электронного микроскопа (РЭМ).
10. Анализ поверхности и элементного состава в РЭМ.
11. Компьютерная обработка изображений микроструктуры.
12. Методы приготовления образцов для просвечивающей микроскопии (ПЭМ).
13. Изучение дефектов кристаллической решетки в ПЭМ.
14. Анализ дифракционных картин в ПЭМ.
15. Исследование наноматериалов в высокоразрешающем ПЭМ.
16. Получение рельефа поверхности на атомно-силовом микроскопе (АСМ).
17. Измерение механических свойств материалов методом АСМ.

18. Оценка шероховатости поверхности по данным АСМ.
19. Сравнительный анализ структуры разными методами микроскопии.
20. Комплексное исследование неизвестного материала.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-9: Способен осуществлять контроль результатов технологических процессов термической и химико-термической обработки в области материаловедения и технологии материалов		
ПК-9.1:	Проводит контроль результатов типовых режимов термической и химико-термической обработки	<p>Теоретические вопросы для устного опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие детали структуры не позволяют исследовать оптические микроскопы? 2. Наиболее типичным для метода оптической металлографии является задача? 3. Объектами для проведения исследований на оптическом микроскопе служат? 4. Что не является полированием? 5. Что является источником света в оптическом микроскопе? 6. Увеличение оптического микроскопа равно? 7. Как называется специальная пластинка для наиболее точного определения увеличения микроскопа? 8. Числовая апертура объектива вычисляется? 9. Какой показатель преломления имеет кедровое масло? 10. Какая длина волны принимается для белого света? 11. Увеличение N называют полезным, если разрешаемые детали структуры можно наблюдать под углом? 12. К дефектам изображения не относится? 13. У какого объектива исправлены сферическая аберрация, кома, хроматическая аберрация двух цветов, кривизна изображения? 14. Чем определяется контрастность изображения? 15. Что не является методом получения изображения? 16. Какое явление при бомбардировке образца быстрыми электронами сопровождается? 17. Основная характеристика электронов, определяющая особенность их взаимодействия с веществом? 18. Какое значение вакуума в просвечивающем электронном микроскопе? 19. Какая часть просвечивающего электронного микроскопа формирует окончательное изображение объекта на экране?

		<p>20. Какие бывают виды рассеяния при взаимодействии электронов с атомами?</p> <p>21. Типичное увеличение просвечивающего электронного микроскопа составляет?</p> <p>22. К чему приводит ограничение апертуры специальной апертурной диафрагмой?</p> <p>23. При исследовании на ПЭМ более толстых и более плотных объектов в большей степени проявляется рассеяние электронов, как это влияет на формирующееся изображение ?</p> <p>24. Какое вещество подвергается исследованию на ПЭМ, если кроме диффузионного рассеяния также присутствует дифракционное?</p> <p>25. Как зависит яркость изображения от ускоряющего напряжения ПЭМ?</p> <p>26. От чего в значительной степени зависит резкость изображения?</p> <p>27. Где формируется дифракционная картина при исследовании образцов на ПЭМ?</p> <p>28. Какую форму имеют рефлекссы на электронограмме, если исследуется поликристаллический образец?</p> <p>29. Что обозначается буквой d в уравнении Вульфа-Брегга?</p> <p>30. Какой характер взаимодействия рассеянных электронных волн, в случае если не выполняется условие Вульфа-Брегга?</p> <p>31. Как происходит формирование изображения объекта в растровом электронном микроскопе?</p> <p>32. Что не относится к недостаткам растрового электронного микроскопа?</p> <p>33. Какое увеличение обеспечивают растровые электронные микроскопы?</p> <p>34. Чему равна разрешающая способность растрового электронного микроскопа?</p> <p>35. Что не относится к основным системам и устройствам растрового электронного микроскопа?</p> <p>36. Что является источником электронов в растровом электронном микроскопе?</p> <p>37. Чем определяется разрешающая способность растрового электронного микроскопа?</p> <p>38. Что не относится к формирующимся сигналам в растровом электронном микроскопе?</p> <p>39. Что не является характерным для отраженных электронов?</p> <p>40. Для чего служит положительное напряжение на детекторе?</p> <p>41. Какая важнейшая особенность характерна для сканирующей зондовой микроскопии по сравнению с электронной микроскопией?</p> <p>42. Какое обязательное условие получения качественного изображения с сканирующим туннельным микроскопом?</p> <p>43. Что возникает между иглой СТМ и объектом</p>
--	--	--

при сближении их на расстояние нескольких ангстрем?

44. Чем осуществляется подвод зонда к поверхности объекта и ее сканирование в атомно-силовом микроскопе?

45. На чем основан принцип регистрации сигнала в атомно-силовом микроскопе?

46. Какой режим сканирования не применяется в атомно-силовой микроскопии?

47. Что контролируется при реализации метода прерывистого контакта в АСМ?

48. На чем основан бесконтактный режим работы атомно-силового микроскопа?

49. Какой материал не подходит для изготовления зондов для сканирующей зондовой микроскопии?

50. Какова разрешающая способность атомно-силового микроскопа по вертикали?

Пример тестового задания по оптической микроскопии:

Выберите один правильный вариант ответа.

1. Какое увеличение микроскопа принято называть «полезным»?

А) Максимальное увеличение, которое обеспечивает объектив

Б) Увеличение, при котором разрешаемые детали структуры наблюдаются под углом, достаточным для глаза (от 2' до 4')

В) Увеличение, равное произведению увеличений объектива и окуляра

Г) Увеличение менее 100 крат

2. Что из перечисленного НЕ является целью операции полирования при подготовке металлографического образца (шлифа)?

А) Удаление деформированного слоя, оставшегося после шлифовки

Б) Получение гладкой, зеркальной поверхности, не отражающей свет направленно

В) Выявление границ зерен и фазового состава

Г) Сведение к минимуму поверхностных царапин

3. У какого типа объективов исправлены следующие аберрации: сферическая аберрация, кома, хроматическая аберрация для двух цветов, а также исправлена кривизна поля изображения?

А) Ахромат

Б) Апохромат

В) Планахромат (или Планапохромат)

Г) Монохромат

4. Как называется специальная пластинка (объект-микрометр), используемая для наиболее точного определения увеличения микроскопа?

А) Предметное стекло

Б) Шкала с ценой деления 0,01 мм, нанесенная на

		<p>стеклянную пластину В) Юстировочная сетка Г) Эталонный образец с известной структурой</p> <p>5. Чем в первую очередь определяется контрастность изображения в оптическом микроскопе? А) Цветом источника света Б) Различиями в способности участков объекта поглощать и отражать свет В) Только увеличением окуляра Г) Длиной тубуса микроскопа</p> <p>6. Что является источником света в оптическом микроскопе? А) Вольфрамовая нить накаливания или галогенная лампа (в классических моделях) Б) Пучок электронов В) Только естественный дневной свет Г) Лазер (в подавляющем большинстве стандартных металлографических моделей)</p> <p>7. Для чего используется кедровое масло в световой микроскопии? А) Для охлаждения объектива при длительной работе Б) Для увеличения числовой апертуры за счет уменьшения преломления света на границе "покровное стекло – воздух" В) Для травления поверхности металла Г) Для склеивания линз в объективе</p> <p>Пример тестового задания по электронной микроскопии: Выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>1. Какая основная характеристика электронов определяет особенности их взаимодействия с веществом и высокую разрешающую способность электронного микроскопа? А) Отрицательный заряд Б) Короткая длина волны (де Бройля) при высоких ускоряющих напряжениях В) Способность к дифракции Г) Высокая температура нагрева катода</p> <p>2. Какое значение вакуума требуется поддерживать в колонне просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ)? А) Атмосферное давление (760 мм рт. ст.) Б) Форвакуум (10–2 мм рт. ст.) В) Высокий вакуум (10–4 – 10–7 мм рт. ст. или ниже) Г) Давление выше атмосферного</p> <p>3. При исследовании поликристаллического образца на ПЭМ (в режиме микродифракции) рефлексы на электронограмме имеют форму: А) Четких точек (дискретных пятен) Б) Концентрических колец В) Сплошного диффузного фона</p>
--	--	---

		<p>Г) Линий равной толщины</p> <p>4. Что является источником электронов в растровом электронном микроскопе (РЭМ)?</p> <p>А) Вольфрамовая нить (катод) или катод с полевой эмиссией</p> <p>Б) Электромагнитная линза</p> <p>В) Рентгеновская трубка</p> <p>Г) Конденсорная диафрагма</p> <p>5. Для чего служит положительное напряжение (смещение) на детекторе электронов (например, детекторе Эверхарта–Торнли) в РЭМ?</p> <p>А) Для ускорения первичного пучка электронов</p> <p>Б) Для притягивания низкоэнергетичных вторичных электронов к коллектору</p> <p>В) Для нагрева образца</p> <p>Г) Для фокусировки пучка</p> <p>6. К чему приводит ограничение апертуры специальной апертурной диафрагмой в просвечивающем электронном микроскопе (светлопольный режим)?</p> <p>А) К повышению температуры образца</p> <p>Б) К увеличению яркости изображения</p> <p>В) К повышению контраста за счет отсеивания рассеянных электронов</p> <p>Г) К появлению хроматической аберрации</p> <p>7. Что НЕ относится к основным системам и устройствам растрового электронного микроскопа?</p> <p>А) Система сканирования (генератор развертки)</p> <p>Б) Электронная пушка</p> <p>В) Система охлаждения образца жидким гелием (стандартная комплектация)</p> <p>Г) Вакуумная система</p> <p>Пример тестового задания по зондовой микроскопии:</p> <p>Выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>1. Какое обязательное условие необходимо для получения качественного изображения в сканирующем туннельном микроскопе (СТМ)?</p> <p>А) Образец должен быть прозрачным для электронов</p> <p>Б) Образец должен быть электропроводящим</p> <p>В) Образец должен быть охлажден до температуры жидкого азота</p> <p>Г) Образец должен быть идеально плоским (шероховатость менее 1 нм)</p> <p>2. Что возникает между иглой СТМ и проводящим объектом при их сближении на расстояние нескольких ангстрем?</p> <p>А) Электрическая дуга</p> <p>Б) Туннельный ток</p> <p>В) Емкостное взаимодействие</p> <p>Г) Рентгеновское излучение</p> <p>3. Чем осуществляется подвод зонда к поверхности объекта и ее сканирование в атомно-силовом</p>
--	--	---

		<p>микроскопе?</p> <p>А) Электромагнитными линзами</p> <p>Б) Механическим перемещением столика с образцом вручную</p> <p>В) Пьезоэлектрическими преобразователями (пьезосканером)</p> <p>Г) Изменением давления газа в камере</p> <p>4. На чем основан принцип регистрации сигнала в атомно-силовом микроскопе (АСМ)?</p> <p>А) На регистрации туннельного тока между зондом и образцом</p> <p>Б) На измерении силы взаимодействия между зондом (кантилевером) и поверхностью образца</p> <p>В) На регистрации вторичных электронов, выбитых из образца</p> <p>Г) На анализе дифракции отраженных электронов</p> <p>5. Какой режим сканирования НЕ применяется в атомно-силовой микроскопии?</p> <p>А) Контактный режим (Contact mode)</p> <p>Б) Прерывистый контакт (Tapping mode / Полуконтактный)</p> <p>В) Бесконтактный режим (Non-contact mode)</p> <p>Г) Трансмиссионный режим (просвечивание образца)</p> <p>6. Какой материал НЕ подходит для изготовления зондов для сканирующей зондовой микроскопии?</p> <p>А) Кремний</p> <p>Б) Нитрид кремния</p> <p>В) Платина/иридий (проволока)</p> <p>Г) Резина (эластичный полимер)</p> <p>7. Что контролируется при реализации метода прерывистого контакта (полуконтактного/Tapping Mode) в АСМ?</p> <p>А) Постоянный ток утечки</p> <p>Б) Амплитуду колебаний кантилевера (ее изменение при приближении к поверхности)</p> <p>В) Статический изгиб кантилевера</p> <p>Г) Температуру острия зонда</p>
--	--	---

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы структурного анализа материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме *экзамена*.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу экзамена по тестированию утвержденному заседанием

кафедры.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.