



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

20.02.2024 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

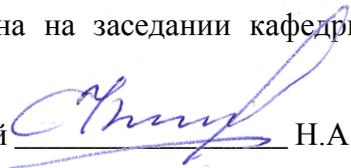
Форма обучения
очная

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

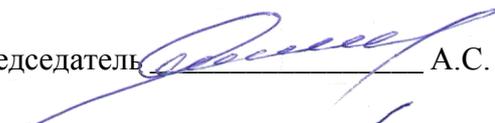
Магнитогорск
2024 год

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
08.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук _____ Д.А. Горленко

Рецензент:
зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 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

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 акад. часов, в том числе:

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

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. 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	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
1.2 Дефекты изображения при работе на металлографическом микроскопе		2			2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
1.3 Объективы и окуляры для металлографических микроскопов		2		2	3	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
1.4 Основные методы микроскопического исследования		4		6	2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	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	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.2 Просвечивающая электронная микроскопия		2			2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.3 Устройство просвечивающего электронного микроскопа		4			3	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.4 Увеличение и разрешение просвечивающих электронных микроскопов		2			2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос. Собеседование	ПК-9.1
2.5 Рассеяние электронов веществом. Образование дифракционной картины в электронном		2		2	2			
2.6 Растровая электронная микроскопия		2		4	2			

2.7 Особенности растрового электронного микроскопа		4		4	2			
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	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 (модуля)

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: 19.01.2024).

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: 19.01.2024).

б) Дополнительная литература:

1. Крашенинникова, Н. Г. Методы исследования механических свойств материалов : учебное пособие / Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков, Е. В. Алибекова. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. - 92 с. - ISBN 978-5-8158-2324-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2074377> (дата обращения: 19.01.2024).

2. Турилина, В. Ю. Материаловедение : механические свойства металлов . Термическая обработка металлов . Специальные стали и сплавы : учебное пособие / В. Ю. Турилина ; под редакцией С. А. Никулина. — Москва : МИСИС, 2013. — 154 с. — ISBN 978-5-87623-680-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117263> (дата обращения: 19.01.2024).

3. Современные методы структурного анализа веществ: учебник / Куприянов М.Ф., Рудская А.Г., Кофанова Н.Б. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 288 с. ISBN 978-5-9275-0653-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/555508> (дата обращения: 19.01.2024).

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: 01.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сальников, В.Д. Методы контроля и анализа веществ: рентгенографические методы анализа: лабораторный практикум : учебное пособие / В.Д. Сальников. — Москва : МИСИС, 2014. — 55 с. — ISBN 978-5-87623-768-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69741> (дата обращения: 01.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.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

Вопросы для итогового тестирования:

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?
20. Какие бывают виды рассеяния при взаимодействии электронов с атомами?
21. Типичное увеличение просвечивающего электронного микроскопа составляет?
22. К чему приводит ограничение апертуры специальной апертурной диафрагмой?
23. При исследовании на ПЭМ более толстых и более плотных объектов в большей степени проявляется рассеяние электронов, как это влияет на формирующееся изображение ?
24. Какое вещество подвергается исследованию на ПЭМ, если кроме диффузионного рассеяния также присутствует дифракционное?
25. Как зависит яркость изображения от ускоряющего напряжения ПЭМ?
26. От чего в значительной степени зависит резкость изображения?
27. Где формируется дифракционная картина при исследовании образцов на ПЭМ?
28. Какую форму имеют рефлексы на электронограмме, если исследуется поликристаллический образец?
29. Что обозначается буквой d в уравнении Вульфа-Брегга?
30. Какой характер взаимодействия рассеянных электронных волн, в случае если не выполняется условие Вульфа-Брегга?
31. Как происходит формирование изображения объекта в растровом электронном микроскопе?
32. Что не относится к недостаткам растрового электронного микроскопа?
33. Какое увеличение обеспечивают растровые электронные микроскопы?
34. Чему равна разрешающая способность растрового электронного микроскопа?
35. Что не относится к основным системам и устройствам растрового электронного микроскопа?
36. Что является источником электронов в растровом электронном микроскопе?
37. Чем определяется разрешающая способность растрового электронного микроскопа?

38. Что не относится к формирующимся сигналам в растровом электронном микроскопе?
39. Что не является характерным для отраженных электронов?
40. Для чего служит положительное напряжение на детекторе?
41. Какая важнейшая особенность характерна для сканирующей зондовой микроскопии по сравнению с электронной микроскопией?
42. Какое обязательное условие получения качественного изображения с сканирующим туннельным микроскопом?
43. Что возникает между иглой СТМ и объектом 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?

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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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

	<p>микроскопа формирует окончательное изображение объекта на экране?</p> <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 микроскопе?</p> <p>43. Что возникает между иглой СТМ и объектом при сближении их на расстояние нескольких ангстрем?</p> <p>44. Чем осуществляется подвод зонда к поверхности объекта и ее сканирование в атомно-силовом микроскопе?</p> <p>45. На чем основан принцип регистрации сигнала в атомно-силовом микроскопе?</p> <p>46. Какой режим сканирования не применяется в атомно-силовой микроскопии?</p> <p>47. Что контролируется при реализации метода прерывистого контакта в АСМ?</p> <p>48. На чем основан бесконтактный режим работы атомно-силового микроскопа?</p> <p>49. Какой материал не подходит для изготовления зондов для сканирующей зондовой микроскопии?</p> <p>50. Какова разрешающая способность атомно-силового микроскопа по вертикали?</p>
--	--	---

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

Промежуточная аттестация по дисциплине 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.

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.