

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 19.09.2025 21:10:19  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953e

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и  
международной деятельности

  
Е.Г. Пахомова

« 05 » 09 2024г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов

*(наименование дисциплины)*

Программа аспирантуры 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов  
и сплавов

форма обучения очная  
*(очная, заочная)*

Курс – 2024

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями № 951 от 20.10.2021 г. и на основании индивидуального плана работы по программе аспирантуры 2.6.1 Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov, odobrennogo Uchenym sovetom universiteta protokol № 12, «24» июня 2024 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов 2.6.1 Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov na zasedanii kafedry tekhnologii materialov i transporta «26» июня 2024 г., протокол № 22.

Зав. кафедрой ТМиТ  
к.т.н., доцент



А.Ю. Алтухов

Разработчик программы,  
д.т.н., профессор



Е.В. Агеев

Согласовано:

/ Директор научной библиотеки



В. Г. Макаровская

Начальник отдела подготовки и  
аттестации кадров высшей квалификации

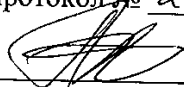


Н.А. Милостная

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании индивидуального плана работы по программе аспирантуры 2.6.1 Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov, odobrennogo Uchenym sovetom universiteta protokol № 11, «15» 05 2025 г. на заседании кафедры

«15» 06 2025 г., протокол № 23

Зав. кафедрой



Перевруж А.Р.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании индивидуального плана работы по программе аспирантуры 2.6.1 Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov, odobrennogo Uchenym sovetom universiteta protokol № \_\_, «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. на заседании кафедры

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г., протокол № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании индивидуального плана работы по программе аспирантуры 2.6.1 Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov, odobrennogo Uchenym sovetom universiteta protokol № \_\_, «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. на заседании кафедры

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г., протокол № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

# 1 Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

## 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов» является формирование у аспирантов фундаментальных знаний по методологии проведения испытаний материалов, интерпретации результатов, ознакомление с основными принципами оценки основных свойств материалов, приобретение знаний по организации и проведению научных исследований как в лабораторных условиях, так и в условиях промышленного производства, приобретение умений, необходимых для практического применения полученных знаний.

## 1.2 Задачи изучения дисциплины

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- Дать знания об основных видах испытаний различных материалов, позволяющих оценить их свойства и качество, провести оценку и оптимизацию свойств материала, наметить пути совершенствования определенных свойств, осуществить выбор типа и марки материала.
- Показать возможности методов исследования, с точки зрения возможности получения необходимой информации о материале.
- Ознакомить с техникой проведения исследований испытаний, техническими средствами, нормативами и стандартами.
- Продемонстрировать специфику испытаний различных материалов, зависимость результатов от условий проведения испытаний.
- Приобретение навыков по выбору материала для конкретных изделий и условий эксплуатации, прогнозированию их работоспособности.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспиранты должны:

- **знать:** современные методы и методики исследования свойств материалов, методологию проведения исследований и конкретных испытаний с целью оценки определенных свойств материалов, знать общие закономерности изменения свойств материалов и их влияния на эксплуатационное поведение изделий из них.
- **уметь:** планировать эксперимент, проводить статистическую обработку результатов эксперимента, анализировать полученные результаты и делать правильные выводы на их основе, проводить оптимизацию объектов исследований применительно к конкретным условиям эксплуатации.
- **владеть** методологией проведения экспериментальных исследований и разнообразием конкретных методик исследования определенных функциональных и конструкционных свойств, методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований и проверки различных статистических гипотез применительно к оценке и оптимизации свойств материалов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов» представляет собой факультативную дисциплину образовательного компонента с индексом 2.1.6.1(Ф) учебного плана аспирантуры 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, изучаемую на 4 курсе в 8 семестре.

## 3 Содержание и объем дисциплины

### 3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.), 72 часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрен
зачет	предусмотрен
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
Самостоятельная работа аспирантов (всего)	36
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	0

Таблица 3.2 - Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
		лек., час	№ лаб	№ пр.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Строение и свойства материалов	2		1	У-1, У-4, У-6, МУ-1	1-2 неделя С
2	Строение и свойства металлических материалов	2		2	У-1, У-3, У-5, МУ-1	3-4 неделя С
3	Статистическая обработка результатов наблюдений	2		3	У-1, У-2, У-5, МУ-1	5-6 неделя С
4	Металлография	2		4	У-1, У-4, У-6, МУ-1	7-8 неделя С
5	Механические испытания материалов	2		5	У-1, У-3, У-5, МУ-1	9-10 неделя С
6	Рентгеноструктурный анализ	2		6	У-1, У-2, У-5, МУ-1	11-12 неделя С
7	Электронная микроскопия	2		7	У-1, У-4, У-6, МУ-1	13-14 неделя С
8	Анализ химического состава поверхности методом Оже-электронной спектроскопии	2		8	У-1, У-3, У-5, МУ-1	15-16 неделя С
9	Термопары. Дифференциальный термический анализ (ДТА)	2		9	У-1, У-2, У-5, МУ-1	17-18 неделя С
Итого		18				

Таблица 3.3 – Краткое содержание лекционного курса

№	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Строение и свойства материалов	Металлы и неметаллы. Особенности атомно-кристаллического строения. Понятие об изотропии и анизотропии. Особенности металлов как тел, имеющих кристаллическое строение. Дефекты кристаллического строения
2	Строение и свойства металлических материалов	Строение и свойства металлов. Физическая природа деформации металлов. Методы определения твердости. Твердость по Бринеллю (ГОСТ 9012). Метод Роквелла ГОСТ 9013. Метод Виккерса. Метод царапания. Динамический метод (по Шору).
3	Статистическая обработка результатов наблюдений	Основные статистические характеристики. Графическое представление распределений случайных величин и взаимосвязи между ними. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Регрессионный анализ.
4	Металлография	Основные понятия металлографии. Систематизация структуры с геометрической точки зрения. Основные методы количественной металлографии. Фрактальный анализ в металловедении.
5	Механические испытания материалов	Испытания на растяжение. Расчет характеристик прочности и пластичности при испытаниях на растяжение. Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом. Измерение твердости. Первичная рекристаллизация. Определение температуры рекристаллизации иридия, рафинированного различными методами.
6	Рентгеноструктурный анализ	Основная характеристика рентгеноструктурного анализа. Рентгеновский дифрактометр. Применение метода Лауэ для ориентирования монокристаллов. Определение коэффициента линейного расширения. Рентгеновская топография. Метод Шульца
7	Электронная микроскопия	Растровая (сканирующая) электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ состава образца. Просвечивающая электронная микроскопия. Индицирование электронограммы.
8	Анализ химического состава поверхности методом Оже-электронной спектроскопии	Характеристика метода Оже-электронной спектроскопии. Устройство Оже-спектрометра. Подготовка образцов.
9	Термопары. Дифференциальный термический анализ	Устройство и принцип работы термопар. ТермоЭДС термопары. Материалы, применяемые при изготовлении термопар. Изготовление термопар. Дифференциальный термический анализ (ДТА).

### 3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 – Практические занятия

№ темы	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Строение и свойства металлов, сплавов и неметаллических материалов	2
2	Построение кривых охлаждения	2
3	Определение основных свойств чугунов по их маркам	2
4	Определение основных свойств углеродистых сталей по их маркам	2

5	Определение основных свойств легированных сталей по их маркам	2
6	Определение основных свойств сплавов цветных металлов по их маркам	2
7	Выбор материала для деталей машин	2
8	Макроструктурный анализ	2
9	Применение методов термической обработки материалов	2
	Итого	18

### 3.3. Самостоятельная работа аспирантов (СРС)

Таблица 3.5 – Самостоятельная работа аспирантов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	Строение и свойства материалов	1-2 неделя	4
2	Строение и свойства металлических материалов	3-4 неделя	4
3	Статистическая обработка результатов наблюдений	5-6 неделя	4
4	Металлография	7-8 неделя	4
5	Механические испытания материалов	9-10 неделя	4
6	Рентгеноструктурный анализ	11-12 неделя	4
7	Электронная микроскопия	13-14 неделя	4
8	Анализ химического состава поверхности методом Оже-электронной спектроскопии	15-16 неделя	4
9	Термопары. Дифференциальный термический анализ	17-18 неделя	4
Итого			36

## 4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы аспирантов по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

– библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

– имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

– путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

– путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

– путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы

аспирантов;

- заданий для самостоятельной работы;
- тем рефератов и докладов;
- вопросов к экзаменам и зачетам;
- методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.;
- тем курсовых работ и методические рекомендации по их выполнению.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Перечень вопросов для подготовки к зачету приведен в Приложении А.

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- верный ответ на вопрос – 2 балла.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

### **5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Примеры тестовых заданий по дисциплине

1. В аморфных телах атомы расположены
  - в строго определённой последовательности
  - в шахматном порядке
  - хаотично
2. Элементарная ячейка - это
  - укладка атомов, характеризующаяся определённым порядком – периодичностью, как по различным направлениям, так и по различным плоскостям
  - один из классов конструкционных материалов, характеризующийся определённым набором свойств
  - элемент объёма из минимального числа атомов, многократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл элемент объёма из минимального числа атомов, однократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл
3. Кристаллографическая плоскость - это
  - Прямая, проходящая через узлы кристаллической решетки
  - Плоскость, проходящая через грани кристаллической решетки
  - Прямая, проходящая через грани кристаллической решетки
  - Плоскость, проходящая через узлы кристаллической решетки
4. Для обозначения кристаллографических плоскостей и направлений пользуются
  - индексами вязкости
  - индексами Миллера
  - индексами направления
  - индексами Вейса
5. Различают следующие структурные несовершенства металлов (укажите неправильный ответ)
  - точечные

- поверхностные
- глубинные
- линейные

6. Укажите дефекты кристаллической решетки, относящиеся к точечным дефектам

- вакансии, дислоцированные атомы, примеси
- дислокации, поверхностные дефекты
- фрагменты, блоки

7. Вакансия – это

- атомы, вышедший из узла решетки и занявший место в междоузлии
- это дефекты кристаллического строения, представляющие собой линии, вдоль и вблизи которых нарушено характерное для кристалла правильное расположение атомных плоскостей  
отсутствие атомов в узлах кристаллической решетки, «дырки», которые образовались в результате различных причин
- линии, вдоль которых обрывается внутри кристалла край “лишней” полуплоскости

8. Дислокация – это

- отсутствие атомов в узлах кристаллической решетки, «дырки», которые образовались в результате различных причин
- границы зерен, фрагментов и блоков
- дефекты кристаллического строения, представляющие собой линии, вдоль и вблизи которых нарушено характерное для кристалла правильное расположение атомных плоскостей.

9. Поверхностные дефекты – это

- границы зерен, фрагментов и блоков
- дефекты кристаллического строения, представляющие собой линии, вдоль и вблизи которых нарушено характерное для кристалла правильное расположение атомных плоскостей.
- отсутствие атомов в узлах кристаллической решетки, «дырки», которые образовались в результате различных причин

10. Фрагменты - это

- дефекты кристаллического строения, представляющие собой линии, вдоль и вблизи которых нарушено характерное для кристалла правильное расположение атомных плоскостей.
- отсутствие атомов в узлах кристаллической решетки, «дырки», которые образовались в результате различных причин
- линии, вдоль которых обрывается внутри кристалла край “лишней” полуплоскости
- участки, разориентированные один относительно другого на несколько градусов

Вопросы собеседования по разделу (теме) 1 Структура и свойства материалов:

1. Что называют структурой металлов?
2. Почему отдельные кристаллы анизотропны, а свойства металлических изделий одинаковы во всех направлениях?
3. Какие свойства присущи телам кристаллического строения в отличие от аморфных тел?
4. Как определяется тип кристаллической решетки металла?
5. Какие типы кристаллических решеток вы знаете?
6. Какие особенности металлов как тел, имеющих кристаллическое строение?
7. Какие вы знаете дефекты кристаллического строения?

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная и дополнительная учебная литература**

Основная:

1. Основы современного материаловедения : учебное пособие : [для студентов, обучающихся по направлениям 140400, 150700, 151900, 190600, 221000, 221400, 221700, 222000, 280700, 270800] / Е. В. Агеев [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 231 с. - Текст : электронный
2. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э. Ф. Вознесенский, Ф. С. Шарифуллин, И. Ш. Абдуллин ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 184 с. –  
URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294> (дата обращения: 28.08.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

Дополнительная:

3. Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов : курс лекций : [для аспирантов очной и заочной форм обучения направлений подготовки 22.06.01 «Технологии материалов»] / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Е. В. Агеев, А. Ю. Алтухов, А. С. Переверзев. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 113 с. - Текст : электронный.
4. Анисович, А. Г. Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения / А. Г. Анисович ; Национальная академия наук Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 209 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483969> (дата обращения: 28.08.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
5. Аникина, В. И. Фрактография в материаловедении : учебное пособие / В. И. Аникина, А. А. Ковалева ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014. – 143 с. –  
URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364462> (дата обращения: 28.08.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

### **6.2 Перечень методических указаний**

1. Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов : методические указания к практическим занятиям : [для аспирантов очной и заочной форм обучения направлений подготовки 22.06.01 «Технологии материалов»] / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Е. В. Агеев, А. С. Переверзев. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 56 с. - Текст : электронный.

### **6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <https://vak.minobrnauki.gov.ru/main>
2. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс»
4. <http://window.edu.ru>

### **6.4 Перечень информационных технологий**

Операционная система Windows ; LibreOffice (Бесплатная, GNU General Public License).

### **6.5 Другие учебно-методические материалы**

В учебном процессе используются учебные кинофильмы, презентации, плакаты, а также отраслевые научно-технические **журналы:**

«Металловедение и термическая обработка металлов»; «Технология металлов»; «Металлы»; «Цветные металлы»; «Все материалы. Энциклопедический справочник»; «Материаловедение»; «Сталь»; «Электрометаллургия».

**Справочники:**

Марочник сталей и сплавов/В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. –640 с.

Краткий справочник металлиста / Под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1986.– 960 с.

Термическая обработка сплавов: Справочник / Фиргер В.И. – : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. – 304 с

Конструкционные материалы: Справочник / Под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.

Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справ, изд. / А.П. Шлямнев. и др. – М.: Интермет Инжиниринг. – 2000. – 232 с.

Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.; Под ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. – 672 с.

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Проекционный экран на штативе; мультимедиа центр: ноут-бук.

**8 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу**

№ изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			

**Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Металлы и неметаллы.
2. Особенности атомно-кристаллического строения.
3. Понятие об изотропии и анизотропии.
4. Особенности металлов как тел, имеющих кристаллическое строение.
5. Дефекты кристаллического строения
6. Строение и свойства металлов.
7. Физическая природа деформации металлов.
8. Методы определения твердости.
9. Твердость по Бринеллю (ГОСТ 9012).
10. Метод Роквелла ГОСТ 9013.
11. Метод Виккерса.
12. Метод царапания.
13. Динамический метод (по Шору).
14. Основные статистические характеристики.
15. Графическое представление распределений случайных величин и взаимосвязи между ними.
16. Доверительный интервал и доверительная вероятность.
17. Регрессионный анализ.
18. Основные понятия металлографии.
19. Систематизация структуры с геометрической точки зрения.
20. Основные методы количественной металлографии.
21. Фрактальный анализ в металловедении.
22. Испытания на растяжение.
23. Расчет характеристик прочности и пластичности при испытаниях на растяжение.
24. Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом.
25. Измерение твердости.
26. Первичная рекристаллизация.
27. Определение температуры рекристаллизации иридия, рафинированного различными методами.
28. Основная характеристика рентгеноструктурного анализа.
29. Рентгеновский дифрактометр.
30. Применение метода Лауэ для ориентирования монокристаллов.
31. Определение коэффициента линейного расширения.
32. Рентгеновская топография.
33. Метод Шульца
34. Растровая (сканирующая) электронная микроскопия.
35. Рентгеновский микроанализ состава образца.
36. Просвечивающая электронная микроскопия.
37. Индицирование электронограммы.
38. Характеристика метода Оже-электронной спектроскопии.
39. Устройство Оже-спектрометра.
40. Подготовка образцов.
41. Устройство и принцип работы термопар.
42. ТермоЭДС термопары.
43. Материалы, применяемые при изготовлении термопар.
44. Изготовление термопар.
45. Дифференциальный термический анализ (ДТА).