



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

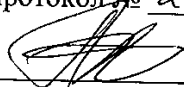


Н.А. Милостная

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



Перевыдел 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 «Спецглавы металловедения» является формирование у аспирантов фундаментальных знаний о природе и свойствах металлов и сплавов, а также о методах их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике; ознакомление с возможными дефектами металлоизделий и овладение теорией и технологией термической обработки металлов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются:

- Установление зависимости между строением, составом и свойствами металлов и сплавов.
- Изучение теории и практики различных способов упрочнения металлов и сплавов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин и инструмента.
- Изучение основных групп металлических материалов, их свойства и области применения.
- 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**: физическую сущность явлений, происходящих в металлах в условиях производства и эксплуатации, их взаимосвязь со свойствами, основные свойства металлов и сплавов.
- **уметь**: в результате анализа условий эксплуатации и различных напряжений правильно выбрать материал, назначить его термическую, термомеханическую и химико-термическую обработку в целях получения заданных свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин. иметь представление о возможных дефектах металлоизделий, овладеть методикой проведения основных механических испытаний металлов и сплавов.
- **владеть** методологией проведения экспериментальных исследований и разнообразием конкретных методик исследования определенных функциональных и конструкционных свойств металлов, методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований и проверки различных статистических гипотез применительно к оценке и оптимизации свойств металлов и сплавов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Спецглавы металловедения» представляет собой факультативную дисциплину образовательного компонента с индексом 2.1.6.2(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			Учебнометодические материалы	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
		лек., час	№ лаб	№ пр.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Фазы и структура металлических сплавов	2		1	У-1, У-4, МУ-1	1-2 неделя С
2	Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов	2		2	У-1, У-3, У-5, МУ-1	3-4 неделя С
3	Основы теории термической обработки	2		3	У-1, У-2, У-5, МУ-1	5-6 неделя С
4	Технология термической обработки стали	2		4	У-1, У-4, МУ-1	7-8 неделя С
5	Поверхностное упрочнение стальных изделий	2		5	У-1, У-3, У-5, МУ-1	9-10 неделя С
6	Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов	2		6	У-1, У-2, У-5, МУ-1	11-12 неделя С
7	Порошковые материалы	2		7	У-1, У-4, МУ-1	13-14 неделя С
8	Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах	2		8	У-1, У-3, У-5, МУ-1	15-16 неделя С
9	Общая характеристика покрытий и способов их нанесения	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	Фазы и структура металлических сплавов	Характеристика основных фаз в сплавах. Структура сплавов. Диффузия и структура сплавов. Пути упрочнения сталей и сплавов
2	Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов	Условия и методика построения диаграмм состояния. Основные типы диаграмм состояния. Неравновесная кристаллизация и перекристаллизация сплавов. Связь между свойствами сплавов и типом диаграмм состояния. Понятие о диаграммах состояния тройных сплавов.
3	Основы теории термической обработки	Общие сведения теории термической обработки. Классификация видов термической обработки стали. Превращения в стали при нагреве. Образование аустенита. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении стали. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Мартенситное превращение аустенита. Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита. Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита. Превращения при отпуске закаленной стали.
4	Технология термической обработки стали	Технология отжига стали. Технология закалки стали. Технология отпуска стали.
5	Поверхностное упрочнение стальных изделий	Упрочнение поверхности методом пластического деформирования. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка стали.
6	Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов	Технология производства чистой стали. Формирование структуры дисперсными выделениями. Комбинированное термомеханическое воздействие. Регулирование размеров зерна термоциклированием.
7	Порошковые материалы	Общие сведения о порошковых материалах. Конструкционные материалы. Антифрикционные материалы. Фрикционные материалы. Пористые фильтрующие элементы. Инструментальные порошковые стали. Карбидостали.
8	Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах	Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Основы выбора конструкционных материалов для работы при низких температурах.
9	Общая характеристика покрытий и способов их нанесения	Характеристика и способы нанесения металлических покрытий. Характеристика и способы нанесения цинковых покрытий. Характеристика и способы нанесения алюминиевых покрытий. Характеристика и способы нанесения оловянных и хромсодержащих покрытий. Наплавка износостойкими материалами. Осаждение в вакууме или из газовой фазы.

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

Таблица 3.4 – Практические занятия

№ темы	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Строение и свойства металлов и сплавов	2
2	Связь между свойствами сплава и типом диаграммы состояния	2
3	Изучение технологии литейного производства	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	Технология получения деталей из порошков	2
9	Подбор методов защиты детали от коррозии	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	Фазы и структура металлических сплавов	1-2 неделя	4
2	Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов	3-4 неделя	4
3	Основы теории термической обработки	5-6 неделя	4
4	Технология термической обработки стали	7-8 неделя	4
5	Поверхностное упрочнение стальных изделий	9-10 неделя	4
6	Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов	11-12 неделя	4
7	Порошковые материалы	13-14 неделя	4
8	Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах	15-16 неделя	4
9	Общая характеристика покрытий и способов их нанесения	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. Сплавы - это

- сложные вещества, полученные сплавлением нескольких элементов
- элементы или химические соединения, образующие сплав
- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз

#### 2. Компоненты - это

- однородная часть сплава, характеризующуюся определенным составом, свойствами, типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела
- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз
- элементы или химические соединения, образующие сплав

#### 3. Фаза - это

- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз
- однородная часть сплава, характеризующуюся определенным составом, свойствами, типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела

- элементы или химические соединения, образующие сплав
4. Структура сплава - это
- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз
  - однородная часть сплава, характеризующуюся определенным составом, свойствами, типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела
  - элементы или химические соединения, образующие сплав
5. В сплавах невозможно образование следующих фаз
- жидких растворов
  - твердых чистых металлов
  - газов
6. В твердом состоянии компоненты не могут образовывать жидкие растворы
- механические смеси, представляющие собой смесь двух или нескольких фаз
  - химические соединения, когда компоненты вступают в химические взаимодействия
  - твердые растворы, когда один компонент растворяется в другом
7. Если элементы, входящие в состав сплава, при затвердевании из жидкого
- состояния не растворяются друг в друге и не взаимодействуют, то образуется механическая смесь
  - раствор
  - химическое соединение
8. Если же элементы, составляющие сплав, взаимодействуют друг с другом, то образуются
- раствор
  - химические соединения
  - механическая смесь
9. Когда атом металла отдает валентные электроны и становится положительным ионом, а атом неметалла (например, кислорода, серы) принимает их на свою внешнюю оболочку и становится отрицательным ионом, то образуется
- Фазы с ионным типом связи
  - Фазы внедрения
  - Электронные соединения
10. В результате взаимодействия железа, марганца, хрома, вольфрама, молибдена и других металлов с неметаллами с малым атомным диаметром - углеродом, азотом, бором и водородом образуются
- Фазы с ионным типом связи
  - Электронные соединения
  - Фазы внедрения

Вопросы собеседования по разделу (теме) 1 Фазы и структура металлических сплавов:

1. Что называют структурой металлов и сплавов?
2. Что называют фазовым составом?
3. В каких случаях образуется механическая смесь?
4. В каких случаях образуются химические соединения?
5. Что называют твердыми растворами?

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. Агеев, Е. В. *Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов : учебное пособие : [для студентов и аспирантов машиностроительных направлений подготовки всех форм обучения]* / Е. В. Агеев, Д. А. Чумак-Жунь, А. Ю. Алтухов ; Юго-Зап. гос. ун-т (Курск). – Курск : ЮЗГУ, 2014. – 238 с. – Текст : электронный.

2. *Материаловедение и технологии конструкционных материалов : учебное пособие / О. А. Масанский, В. С. Казаков, А. М. Токмин [и др.] ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 268 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698> (дата обращения: 28.08.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.*

Дополнительная:

3. *Спецглавы металловедения : 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. С. Переверзев. – Курск : ЮЗГУ, 2018. – 186 с. – Текст : электронный.

4. *Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами : монография / В. Н. Гадалов [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Юго-Западный государственный университет. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 468 с. – Текст : непосредственный*

5. *Андриевский, Р. А. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях : учебное пособие / Р. А. Андриевский. – 2-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 105 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712966> (дата обращения: 28.08.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.*

### **6.2 Перечень методических указаний**

1. *Спецглавы металловедения : 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. – 73 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:**

1. 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.
2. Краткий справочник металлста / Под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.
3. Термическая обработка сплавов: Справочник / Фиргер В.И. – : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. – 304 с
4. Конструкционные материалы: Справочник / Под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.
5. Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справ, изд. / А.П. Шлямнев. и др. – М.: Интернет Инжиниринг. – 2000. – 232 с.
6. 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**

№ изме нени я	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измене нных	замене нных	аннулиро ванных	новых			

**Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Характеристика основных фаз в сплавах.
2. Структура сплавов.
3. Диффузия и структура сплавов.
4. Пути упрочнения сталей и сплавов
5. Условия и методика построения диаграмм состояния.
6. Основные типы диаграмм состояния.
7. Неравновесная кристаллизация и перекристаллизация сплавов.
8. Связь между свойствами сплавов и типом диаграмм состояния.
9. Понятие о диаграммах состояния тройных сплавов.
10. Общие сведения теории термической обработки.
11. Классификация видов термической обработки стали.
12. Превращения в стали при нагреве.
13. Образование аустенита.
14. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении стали.
15. Диаграмма изотермического превращения аустенита.
16. Мартенситное превращение аустенита.
17. Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита.
18. Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях.
19. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении.
20. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита.
21. Превращения при отпуске закаленной стали.
22. Технология отжига стали.
23. Технология закалки стали.
24. Технология отпуска стали.
25. Упрочнение поверхности методом пластического деформирования.
26. Поверхностная закалка.
27. Химико-термическая обработка стали.
28. Технология производства чистой стали.
29. Формирование структуры дисперсными выделениями.
30. Комбинированное термомеханическое воздействие.
31. Регулирование размеров зерна термоциклированием.
32. Общие сведения о порошковых материалах.
33. Конструкционные материалы.
34. Антифрикционные материалы.
35. Фрикционные материалы.
36. Пористые фильтрующие элементы.
37. Инструментальные порошковые стали.
38. Карбидостали.
39. Алюминий и его сплавы.
40. Титан и его сплавы.
41. Медь и ее сплавы.
42. Основы выбора конструкционных материалов для работы при низких температурах.
43. Характеристика и способы нанесения металлических покрытий.
44. Характеристика и способы нанесения цинковых покрытий.
45. Характеристика и способы нанесения алюминиевых покрытий.
46. Характеристика и способы нанесения оловянных и хромсодержащих покрытий.
47. Наплавка износостойкими материалами.
48. Осаждение в вакууме или из газовой фазы.