



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

09.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТАЛЛОВЕДЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ  
СПЛАВОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

08.02.2023, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ


09.02.2023 г. протокол № 5

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 2024 - 2025 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 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Подготовка к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью образовательной программы магистратуры и видами профессиональной деятельности.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина *Металловедческие основы получения перспективных сплавов* входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Современные методы исследования материалов и процессов

Аддитивные технологии в металлургии

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металловедческие основы получения перспективных сплавов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металлловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 38 акад. часов;
- аудиторная – 38 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 70 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Перспективные сплавы на основе железа								
1.1 Структурные и фазовые превращения при создании перспективных сталей	3	11		11	28	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
1.2 Структурные и фазовые превращения при создании специальных чугунов		4		4	20	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		15		15	48			
2. Перспективные цветные сплавы								
2.1 Структурные и фазовые превращения при создании перспективных цветных	3	4		4	20	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		4		4	22			
Итого за семестр		19		19	68		зао	
Итого по дисциплине		19		19	70		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины применяются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационные образовательные технологии. При использовании традиционных образовательных технологий учебные занятия выполняются в форме практических занятий. Теоретический материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение учебной и научной литературы, а также самостоятельную проработку тем в процессе подготовки к текущему и промежуточному контролю.

## **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. Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4864-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1>. – Загл. с экрана.

2. Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы: Учебник. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 304 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1>. - Загл. с экрана.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Белов, Н. А. Фазовый состав промышленных и перспективных алюминиевых сплавов : монография / Н. А. Белов. — Москва : МИСИС, 2010. — 511 с. — ISBN 978-5-87623-375-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117082> (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Оглезнева, С. А. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : учебное пособие / С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 307 с. — ISBN 978-5-398-00861-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160557> (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **в) Методические указания:**

Приложение 3

### **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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-165-23 от 27.03.2023	27.03.2025
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лаборатория пробоподготовки ЦКП ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова"

(ул. Ленинградская, 79)

1. Линия пробоподготовки фирмы Buehler (включающая абразивный отрезной станок DELTA ABRASIMET, автоматический запрессовочный станок Simplimet 1000, шлифовально-полировальную машину PHOENIX 4000, линейный прецизионный отрезной станок IZOMET 4000);

2. Микротвердомер Buehler Micromet с механизированным столиком

3. Универсальный твердомер (для измерения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу) M4C075G3 EmcoTest

4. Универсальные гидравлические разрывные машины для испытаний на сжатие-растяжение

5. Копер маятниковый МК300

6. Установки для испытаний на изнашивание.

7. Инвертированный металлургический микроскопы Meiji Techno IM7200

8. Компьютерные системы анализа изображений ThixometPro

9. Стереомикроскоп Meiji Techno RZ-B

10. Сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6490LV с приставками:

11. INCA Energy – для микрорентгеноспектрального анализа,

INCA Crystal400 – для анализа картин дифракции обратнорассеянных электронов

12. Исследовательский комплекс Gleeble 3500 для моделирования процессов плавления, термической и химико-термической обработки, нагрева, холодной и горячей пластической деформации, пластической деформации, сварки.

13. Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000

14. Рентгенофлуоресцентный спектрометр

15. Дифференциально-сканирующий калориметр

Лаборатория пробоподготовки (ауд.207)

1. Оборудование для приготовления шлифов:

2. Отрезные, шлифовальные и полировальные круги.

3. Оборудование для травления шлифов.

Лаборатория механических испытаний (ауд.212 пр-т Ленина 38)

1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.

2. Мерительный инструмент.

3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4. Микротвердомер.

5. Установки для испытаний на кручение, выдавливание, перегиб

Лаборатория термической обработки (ауд.205 пр-т Ленина 38)

1. Печи термические

2. Установка плазменной закалки

3. Приборы для измерения твердости по методу Роквелла

Лаборатория металлографии (ауд.203,209,211 пр-т Ленина 38)

1. Металлографические микроскопы Неофот, METAM 32M

2. Инвертированный металлургический микроскоп Meiji Techno IM7200

3. Компьютерные системы анализа изображений SIAMS-600 и ThixometPro

4. Микроскопы MICRAY CMI-400

5. Твердомер универсальный МЕТОЛАБ 701

Литейная лаборатория (пр-т Ленина 38)

1. Плавильные и термические печи

2. Оборудование для приготовления формовочных смесей



**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы для устного опроса:

1. Расскажите о расположении микролегирующих элементов в таблице Д.И. Менделеева
2. Что такое ряд карбидообразующих элементов? По какому принципу он строится?
3. Каковы особенности электронного строения атомов микролегирующих элементов?
4. Укажите свойства элементов IV-VI групп
5. Назовите недостатки элементов этой группы: у циркония, гафния, тантала.
6. Как влияют микролегирующие элементы в твердом растворе на процессы в стали при нагреве?
7. Как влияет разница в размерах атомов микролегирующего элемента и атома железа на твердорастворное упрочнение:
8. Как влияют микролегирующие элементы на полиморфное превращение?
9. Какое влияние на полиморфное превращение оказывают частицы карбонитридных фаз микролегирующих элементов, выделившиеся до превращения?
10. Как влияет размер выделившихся частиц карбонитридных фаз на полиморфное превращение?

Вопросы к аттестации (зачету):

1. Назовите элементы, которые нашли практическое применение в качестве микро-легирующих
2. Какую роль играет растворимость элементов в аустените?
3. Как происходит растворение карбидных и нитридных фаз в аустените?
4. Что характеризует произведение растворимости?
5. Сравните растворимость карбидов, карбонитридов и нитридов в аустените.
6. Почему важно контролировать размер зерна аустенита, образовавшегося при на-греве микролегированных сталей?
7. Что необходимо обеспечить при нагреве под прокатку микролегированных ста-лей?
8. Как влияют микролегирующие элементы, растворенные в аустените, на рост зер-на аустенита?
9. В каком случае влияние микролегирования на рост зерна аустенита наиболее эф-фективно?
10. Укажите температуры, до которых заторможен рост зерна аустенита в сталях, микролегированных титаном, ниобием, ванадием.
11. Какой размер зерна аустенита и феррита можно обеспечить в сталях с микро-добавками карбидо- или нитридообразующих элементов?
12. Каково влияние микродобавок титана на склонность к росту зерна аустенита в ниобий-содержащих микролегированных сталях?
13. Расположите V, Nb, Ti по возрастанию сдерживающего влияния на рост зер-на аустенита.
14. Что называют температурой начала остановки рекристаллизации?
15. Как влияют микролегирующие элементы на кинетику рекристаллизации горяче-деформированного аустенита низкоуглеродистой стали?
16. Каково различие титана и ниобия во влиянии на кинетику рекристаллизации го-рячедеформированного аустенита низкоуглеродистой стали?
17. Как температура аустенитизации влияет на рекристаллизацию аустенита?
18. Как температура горячей деформации влияет на рекристаллизацию аустенита?
19. Каково влияние деформации на  $\alpha \rightarrow \beta$  превращение в микролегированных сталях?

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-4: Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции		
ПК-4.1	<p>Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем объясняется дисперсионное упрочнение при микролегировании?</li> <li>2. Чем различаются когерентные, полукogerентные и некогерентные границы «частица-матрица»? Какую роль они играют в дисперсионном упрочнении?</li> <li>4. Каков механизм упрочнения некогерентными частицами с модулем сдвига больше модуля сдвига матрицы?</li> <li>5. Какие параметры определяют напряжение, необходимое для реализации межа-низма Орована?</li> <li>6. Какие параметры определяют напряжение, необходимое для реализации межа-низма перерезания частиц?</li> </ol>
ПК-4.2	<p>Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Укажите возможные механизмы взаимодействия частиц с дислокациями?</li> <li>2. В каком случае происходит торможение дислокаций упругими полями напряжений?</li> <li>3. Какие параметры определяют величину эффекты дисперсионного упрочнения?</li> <li>4. Какие частицы наиболее эффективны для дисперсионного твердения?</li> <li>5. Какой принцип необходимо соблюдать при дисперсионном упрочнении стали?</li> </ol>

		6. Какую роль играет титан, ниобий и ванадий при микролегировании стали?
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством и свойствами продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравните растворимость карбидов, карбонитридов и нитридов в аустените.</li> <li>2. Какие из карбидных и нитридных фаз микролегирующих элементов имеют самую большую растворимость в аустените?</li> <li>3. Как влияет повышение содержания углерода на растворимость карбидов в аустените?</li> <li>4. Как влияет температура нагрева на растворимость карбидных и нитридных фаз?</li> <li>5. Каковы особенности растворимости карбидных и нитридных фаз при совместном микролегировании ниобием и титаном?</li> <li>6. Каковы возможности, достигаемые с помощью карбидов титана, ванадия и ниобия?</li> </ol>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме **зачета**.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

Оценка «**зачтено**» ставится, если обучающийся демонстрирует сформированность компетенций не ниже порогового уровня: в ходе контрольных мероприятий могут допускаться ошибки, проявляющиеся в отсутствии отдельных знаний, умений, навыков.

– «**не зачтено**» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## Методические рекомендации по подготовке презентаций при выполнении самостоятельной поисковой деятельности

### *Примерный перечень тем для самостоятельных занятий:*

7. Механизмы взаимодействия частиц с дислокациями?
8. В каком случае происходит торможение дислокаций упругими полями напряжений?
9. Эффекты дисперсионного упрочнения?
10. Дисперсионное твердение?
11. Дисперсионное упрочнение стали?

Каждую презентацию выполняют группа студентов.

Обязательные структурные элементы презентации:

- Титульный лист.
- После титульного листа на отдельном слайде следует план-содержание, в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) презентации.
- После плана-содержания следует вводная часть. Объем вводной части составляет 1-2 слайда.
- Основная часть презентации может иметь один или несколько разделов и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В презентации рекомендуются ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифрой материал, таблицу – обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал.
- Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные в вводной части.
- Презентация может включать графики, таблицы, расчеты.
- Библиография (список литературы) здесь указывается реально использованная для подготовки презентации литература.

### **Этапы работы над презентацией:**

Работу над презентацией можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования.
2. Изложение результатов изучения в виде презентации.
3. Устное представление презентации по теме исследования.