



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

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Металлургия черных, цветных и редких металлов

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

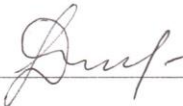
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 888)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  М.В. Потапова

Рецензент:

Директор ООО "Шлаксервис", канд. техн. наук  А.Б. Великий

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Инновационные технологии производства сталей и сплавов» является подробное знакомство с основными видами специальных сталей, применяемых в промышленности, их составом, структурой, свойствами и технологией выплавки и термической обработки, а также развитие у аспирантов личностных качеств, а также формирование общепрофессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов.

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

Дисциплина Инновационные технологии производства специальных сталей и сплавов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Технологии производства и обработки материалов в металлургии

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

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР

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) «Инновационные технологии производства специальных сталей и сплавов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 способность анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов	
Знать	параметры разно-образных процессов технологического цикла получения и обработки специальных металлов и сплавов
Уметь	выполнять исследования металлургических процессов, оборудования и металлопродукции в области получения специальных металлов и сплавов, в том числе с применением методов математического моделирования
Владеть	проведения теоретических и экспериментальных исследований процессов производства специальных металлов и сплавов в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 13 акад. часов;
  - аудиторная – 13 акад. часов;
  - внеаудиторная – 0 акад. часов
  - самостоятельная работа – 59 акад. часов;
- Форма аттестации – зачет.

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.				
Содержание курса								
1 Строительные стали	5	4			18	Повторение пройденного материала, самостоятельное изучение материала по теме лекции	Устный опрос	ПК-1
2 Машиностроительные стали различного назначения		2			12	Повторение пройденного материала, самостоятельное изучение материала по теме лекции	Устный опрос	ПК-1
3 Инструментальные стали		3			16	Повторение пройденного материала, самостоятельное изучение материала по теме лекции	Устный опрос	ПК-1
4 Коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы		4			13	Повторение пройденного материала, самостоятельное изучение материала по теме лекции	Письменный опрос	ПК-1
Итого по дисциплине		13			59		зачет	ПК-1

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Инновационные технологии производства сталей и сплавов» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Инновационные технологии производства сталей и сплавов» происходит с использованием научных разработок профессорско-преподавательского состава кафедры металлургии и химических технологий, раздаточного материала, презентаций.

В качестве интерактивных методов используется учебная дискуссия, представляющая собой беседу, в ходе которой происходит обмен взглядами по конкретной проблеме. Данный метод используется при собеседованиях по обсуждению итогов выполнения заданий на занятиях.

Самостоятельная работа аспирантов стимулирует к самостоятельной проработке тем в процессе изучения и подготовки к устному и письменному опросу, а также к итоговой аттестации.

## **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:**

Герасимова, А. А. Математические методы в инжиниринге металлургического оборудования и технологий : учебное пособие / А. А. Герасимова. — Москва : МИСИС, 2017. — 82 с. — ISBN 978-5-906846-89-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108082>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Балла, О. М. Экспериментальные методы исследования в технологии машиностроения : учебное пособие / О. М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 168 с. — ISBN 978-5-8114-3587-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118624>

2. Романтеев, Ю. П. Металлургия тяжелых цветных металлов : учебное пособие / Ю. П. Романтеев, С. В. Быстров. — Москва : МИСИС, 2010. — 575 с. — ISBN 978-5-87623-173-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117036>

4. Калинин, О. И. Комплексное управление деловой репутацией предприятий черной металлургии на основе методов количественной и качественной оценки : монография / О. И. Калинин, С. В. Марков, О. Ю. Михайлова. — Москва : МИСИС, 2018. — 492 с. — ISBN 978-5-906953-27-8. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108038>

**в) Методические указания:**

1. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Изучение внутреннего строения стальной непрерывно-литой заготовки: Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 19с.

2. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на слябовой МНЛЗ / Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Разливка и кристаллизация стали» – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2016. 20 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	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 собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**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.



## 6 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### *Вопросы для устных и письменного опросов:*

1. Перечислите основные требования к строительным сталям.
2. Каково обычное содержание углерода в строительных сталях и какими требованиями оно определяется?
3. Какие легирующие элементы в основном используются в строительных сталях и какую роль они в них играют?
4. Сравните разные способы упрочнения строительных сталей по их влиянию на температуру вязко-хрупкого перехода.
5. От чего зависит свариваемость стали?
6. Чем отличаются структура и свойства двухфазных ферритно-мартенситных и трип-сталей для холодной штамповки от сталей типа 08кп, 08Ю? Какой термической обработке они подвергаются?
7. Какие типичные легирующие элементы используются в улучшаемых сталях, какова их роль?
8. Какие способы упрочнения пружинных сталей существуют и каковы особенности химического состава сталей в каждом из случаев?
9. Какую роль играет каждый из легирующих элементов в типичной высокопрочной мартенситно-старяющей стали?
10. Перечислите основные разновидности сталей повышенной обрабатываемости резанием.
11. Дайте классификацию инструментальных сталей по твёрдости и теплостойкости и приведите хотя бы по одному примеру стали каждого типа.
12. Какие основные разновидности окончательной термообработки применяются для штамповых сталей типа Х12МФ?
13. Каковую структуру приобретают быстрорежущие стали после стандартной закалки и как она изменяется после отпуска?
14. Приведите полный химический состав наиболее типичной быстрорежущей стали (типа Р6М5) и поясните роль каждого легирующего элемента.
15. Каковы особенности химического состава и свойств сталей для штампов горячей штамповки?
16. Каковы основные достоинства и недостатки коррозионностойких сталей с 13% хрома?
17. В каких условиях в хромистых коррозионностойких сталях ферритного класса может развиваться склонность к межкристаллитной коррозии?
18. С какой целью вводится титан (ниобий) в коррозионностойкие стали аустенитного класса?
19. Какие элементы используются для повышения жаростойкости сплавов железа? В чём состоит механизм их действия?
20. Какие стали называют теплоустойчивыми? Каково их основное назначение?
21. Какой термообработке подвергают аустенитные жаропрочные стали разных типов?

**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-1 - способность анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов		
Знать	параметры разнообразных процессов технологического цикла получения и обработки специальных металлов и сплавов	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пути улучшения качества агломерата на современных аглофабриках.</li> <li>2. Пути повышения удельной производительности современных агломашин.</li> <li>3. Процессы, протекающие в зонах горения и подогрева шихты при агломерации железных руд.</li> <li>4. Сравнение металлургических свойств агломерата и окатышей.</li> <li>5. Процессы, протекающие в зонах горения и подогрева шихты при агломерации железных руд.</li> <li>6. Заменители кокса. Вдувание в доменную печь природного газа.</li> <li>7. Комбинированное дутье. Влияние технологического кислорода на основные процессы доменной плавки.</li> <li>8. Сущность ровного хода доменной печи. Регулирование хода плавки по статическим перепадам давления газа.</li> <li>9. Соотношение сил, способствующих и препятствующих сходу материалов в доменной печи.</li> <li>10. Оценка и регулирование теплового состояния горна доменной печи.</li> <li>11. Влияние газового потока на состояние столба материалов в доменной печи.</li> <li>12. Влияние температуры дутья на процессы теплообмена, восстановления и газодинамику доменной плавки.</li> <li>13. Поведение серы в доменной печи и особенности технологии выплавки чугуна с низким ее содержанием.</li> <li>14. Технологическая роль горна и методика определения его размеров.</li> <li>15. Изменение температуры материалов и газов по высоте и радиусу доменных печей. Связь процессов теплообмена и восстановления.</li> <li>16. Экспертные системы доменщика. Необходимость оснащения ими современных доменных печей.</li> <li>17. Статические и динамические математические модели доменного процесса.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Химический состав, строение и свойства жидких шлаков сталеплавильного производства.</li> <li>19. Термодинамика и кинетика окисления углерода при выплавке стали. Особенности технологии выплавы стали с особонизким содержанием углерода.</li> <li>20. Термодинамика и кинетика десульфурации металла при выплавке стали. Особенности технологии выплавки стали с особонизким содержанием серы.</li> <li>21. Термодинамика и кинетика дефосфорации металла при выплавке стали. Особенности технологии выплавы стали с особонизким содержанием фосфора.</li> <li>22. Механизм и скорость окисления примесей при продувке металла кислородом.</li> <li>23. Растворимость водорода в стали. Термодинамика и кинетика процесса удаления водорода из стали.</li> <li>24. Растворимость азота в стали. Термодинамика и кинетика процесса удаления азота из стали.</li> <li>25. Термодинамика раскисления стали. Способы снижения содержания неметаллических включений при раскислении стали.</li> <li>26. Теоретические основы легирования стали.</li> <li>27. Технология выплавки низкоуглеродистой конструкционной стали в кислородном конвертере с верхней продувкой.</li> <li>28. Технология выплавки легированной стали в кислородном конвертере с верхней продувкой.</li> <li>29. Технология плавки стали в современной дуговой сталеплавильной печи.</li> <li>30. Технология обработка стали в агрегате «печь-ковш».</li> <li>31. Технология обработки стали в ковше порошковой проволокой.</li> <li>32. Технология выплавки стали в кислородном конвертере с комбинированной продувкой.</li> <li>33. Технология кислородно-конвертерной плавки стали при использовании высокофосфористого чугуна.</li> <li>34. Технология плавки стали в дуговой сталеплавильной печи методом переплава легированных отходов.</li> <li>35. Обработка стали в ковше порошковой проволокой.</li> <li>36. Первичное охлаждение непрерывнолитой заготовки в кристаллизаторе МНЛЗ.</li> <li>37. Механизм развития зональной химической неоднородности непрерывнолитых заготовок.</li> <li>38. Механизм образования усадочных дефектов в непрерывнолитой заготовке.</li> <li>39. Основы теории кристаллизации стали при непрерывной разливке.</li> <li>40. Подготовка металла и МНЛЗ к непрерывной разливке.</li> <li>41. Организация вторичного охлаждения непрерывнолитой заготовки.</li> <li>42. Технология непрерывной разливки стали методом «плавка на плавку».</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> <li>43. Внутренние дефекты непрерывнолитых заготовок.</li> <li>44. Поверхностные дефекты непрерывнолитых заготовок.</li> <li>45. Экспериментальные методы определения коэффициента контактного трения при ОМД.</li> <li>46. Сопротивление металлов пластической деформации: понятия сопротивления, степени и скорости деформации.</li> <li>47. Факторы, влияющие на сопротивление металлов пластической деформации.</li> <li>48. Понятие о термомеханических параметрах процесса пластической деформации. Зависимости сопротивления деформации от термомеханических параметров.</li> <li>49. Сопротивление металлов пластической деформации. Изменение сопротивления деформации при холодной обработке металлов давлением.</li> <li>50. Сопротивление металлов пластической деформации. Изменение сопротивления деформации при горячей обработке металлов давлением.</li> <li>51. Методы исследования сопротивления деформации. Экспериментальные методы и их результаты.</li> <li>52. Практическое использование экспериментальных зависимостей сопротивления деформации.</li> <li>53. Вариационные методы.</li> <li>54. Метод теории функций комплексного переменного.</li> <li>55. Инженерные методы расчета деформаций и усилий.</li> <li>56. Методы механики ползучести в теории обработки металлов давлением.</li> <li>57. Метод характеристик.</li> <li>58. Тензометрия и ее использование в ОМД.</li> <li>59. Геометрические методы.</li> <li>60. Поляризационно-оптические методы.</li> <li>61. Структурно-наследственные методы.</li> <li>62. Интерферометрические методы.</li> <li>63. Голография.</li> <li>64. Современное состояние численных методов исследования НДС.</li> <li>65. Метод конечных разностей (МКР).</li> <li>66. Методы конечных элементов (МКЭ).</li> <li>67. Методы граничных интегральных уравнений (ГИУ).</li> <li>68. Методы граничных элементов (МГЭ).</li> <li>69. Постановка и конечно-элементные технологии решения современных задач.</li> <li>70. Комбинированные методы исследования напряженно-деформированного состояния.</li> </ul>
Уметь	выполнять исследования металлургических процессов, оборудования и	<p>Примерные практические задания для зачета:  Методом математического моделирования определить основные параметры процесса</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	металлопродукции в области получения специальных металлов и сплавов, в том числе с применением методов математического моделирования	выплавки/ковшевой обработки/разливки заданной марки стали
Владеть	проведением теоретических и экспериментальных исследований процессов производства специальных металлов и сплавов в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	Задания на решение задач из профессиональной области: в среде электронных таблиц Excel проанализировать производственные данные доменного цеха ПАО «ММК» и оценить влияние температуры и давления в шахте доменной печи на равновесный состав газа; используя пакеты «SIKE» и «Описательная статистика», проанализировать выборку из 1300 плавов в ККЦ.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Инновационные технологии производства специальных сталей и сплавов» 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 в виде собеседования по вопросам для проверки компетенций.

### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует высокий или 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 «**не зачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

