

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:22:23

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Металловедение и технологии легких сплавов

Закреплена за подразделением

Кафедра обработки металлов давлением

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 6 (3.2)      |     | Итого |     |
|---|--------------|-----|-------|-----|
|   | Неделя<br>20 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП           | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Итого ауд.                                | 51           | 51  | 51    | 51  |
| Контактная работа                         | 51           | 51  | 51    | 51  |
| Сам. работа                               | 57           | 57  | 57    | 57  |
| Итого                                     | 108          | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Шереметьев В.А.*

Рабочая программа

### **Металловедение и технологии легких сплавов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании  
**Кафедра обработки металлов давлением**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения Алещенко Александр Сергеевич

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины - на основе современных представлений материаловедения обосновывать выбор легких сплавов и технологии их получения для обеспечения заданного комплекса служебных свойств. |
|-----|--|

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|            |   |
|------------|---|
| Блок ОП:   | 2.1.2   |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1      | Академическое письмо  |
| 2.1.2      | Иностранный язык  |
| 2.1.3      | История и философия науки   |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1      | Аналитическая химия   |
| 2.2.2      | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика                                 |
| 2.2.3      | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика                                 |
| 2.2.4      | Геотехнология, горные машины  |
| 2.2.5      | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр                    |
| 2.2.6      | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр                    |
| 2.2.7      | Литейное производство   |
| 2.2.8      | Материаловедение  |
| 2.2.9      | Материаловедение  |
| 2.2.10     | Материаловедение  |
| 2.2.11     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |
| 2.2.12     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |
| 2.2.13     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |
| 2.2.14     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |
| 2.2.15     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |
| 2.2.16     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |
| 2.2.17     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |
| 2.2.18     | Нанотехнологии и наноматериалы  |
| 2.2.19     | Нанотехнологии и наноматериалы  |
| 2.2.20     | Нанотехнологии и наноматериалы  |
| 2.2.21     | Обогащение полезных ископаемых  |
| 2.2.22     | Обработка металлов давлением  |
| 2.2.23     | Порошковая металлургия и композиционные материалы   |
| 2.2.24     | Порошковая металлургия и композиционные материалы   |
| 2.2.25     | Теоретические основы проектирования горнотехнических систем   |
| 2.2.26     | Технологии и машины обработки давлением   |
| 2.2.27     | Технологии и машины обработки давлением   |
| 2.2.28     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |
| 2.2.29     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |
| 2.2.30     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |
| 2.2.31     | Технология электрохимических процессов и защита от коррозии   |
| 2.2.32     | Физика конденсированного состояния  |
| 2.2.33     | Физика конденсированного состояния  |
| 2.2.34     | Физика конденсированного состояния  |
| 2.2.35     | Физика конденсированного состояния  |
| 2.2.36     | Физика конденсированного состояния  |
| 2.2.37     | Физика полупроводников  |
| 2.2.38     | Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ  |
| 2.2.39     | Электротехнические комплексы и системы  |
| 2.2.40     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.41     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |

|        |  |
|--------|--|
| 2.2.42 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.43 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.44 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.45 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.46 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.47 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.48 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.49 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.50 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.51 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.52 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.53 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.54 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.55 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.56 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.57 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.58 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.59 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.60 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.61 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.62 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.63 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.64 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.65 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.66 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.67 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.68 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.69 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.70 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.71 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.72 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.73 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.74 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.75 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.76 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.77 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.78 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.79 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.80 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |
| 2.2.81 | Обогащение полезных ископаемых   |
| 2.2.82 | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты**

**Знать:**

А-3-31 Наименования лёгких сплавов на основе алюминия, магния, титана, методы их получения и обработки.

**А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата**

**Знать:**

А-2-31 Методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей легких сплавов

|   |
|---|
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>                                     |
| <b>Знать:</b>   |
| А-1-31 Принципы легирования сплавов на основе легких металлов (алюминия, магния, титан).  |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-3-У1 Обосновывать выбор сплава на основе легкого металла и технологию получения из него металлопродукции (в виде отливок, слитков и деформированных полуфабрикатов)                                 |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-2-У1 Применять современные методики исследования для проведения научного эксперимента   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>                                     |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-1-У1 Анализировать структуру сплавов на основе легких металлов (алюминия, магния, титана)   |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-3-В1 Навыками анализа качества металлопродукции на основе легких металлов на различных стадиях технологического процесса с использованием современного испытательного и аналитического оборудования |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-2-В1 Современной методикой научных исследований   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>                                     |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-1-В1 Навыками анализа качества металлопродукции на основе легких металлов на различных стадиях технологического процесса с использованием современного испытательного и аналитического оборудования |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Алюминиевые сплавы</b>   |                |       |                                    |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Общие сведения алюминиевых сплавах. Стандартные марки первичного алюминия. Легирующие элементы и примеси в алюминиевых сплавах. Основные диаграммы состояния. /Лек/ | 6              | 2     | А-1-31 А-2-31<br>А-3-31            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3        |            |    |                    |

|     |   |   |    |   |                        |  |     |    |
|-----|---|---|----|---|------------------------|--|-----|----|
| 1.2 | Технологические схемы для отливок и деформированных полуфабрикатов. Особенности термической и деформационной обработки. Стандартные системы обозначения марок сплавов и их состояний (РФ и США). Формирование структуры литейных и деформируемых алюминиевых сплавов. Основные фазы и структурные составляющие. /Лек/ | 6 | 2  | A-1-31 A-2-31<br>A-3-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  |     |    |
| 1.3 | Марочные и перспективные литейные и деформируемые алюминиевые сплавы: структура, фазовый состав, свойства. Контрольная работа № 1 "Сплавы на основе алюминия" /Пр/  | 6 | 10 | A-1-У1 A-1-В1<br>A-2-У1 A-2-В1<br>A-3-У1 A-3-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  | КМ1 | Р1 |
| 1.4 | Проработка лекционного материала, постаудиторная и предаудиторная работа над практическими занятиями. Работа с материалами в курсе "Металловедение и технологии легких сплавов" в LMS Canvas. Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/   | 6 | 14 | A-1-31 A-1-У1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-3-31 A-3-У1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  |     |    |
|     | <b>Раздел 2. Магниево-алюминиевые сплавы</b>  |   |    |   |                        |  |     |    |
| 2.1 | Общие сведения о магневых сплавах. Легирующие элементы и примеси. Формирование структуры в процессе литья и деформационно-термической обработки. Технологические схемы для отливок и деформированных полуфабрикатов магневых сплавов. Промышленные литейные и деформируемые магневые сплавы /Лек/                     | 6 | 2  | A-1-31 A-2-31<br>A-3-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4      |  |     |    |
| 2.2 | Марочные и перспективные деформируемые магневые сплавы: структура, фазовый состав, свойства /Лек/   | 6 | 2  | A-1-31 A-2-31<br>A-3-31                         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4      |  |     |    |
| 2.3 | Марочные и перспективные литейные и деформируемые магневые сплавы: структура, фазовый состав, свойства. Контрольная работа №1 "Сплавы на основе магния" /Пр/  | 6 | 10 | A-1-У1 A-1-В1<br>A-2-У1 A-2-В1<br>A-3-У1 A-3-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  | КМ2 |    |

|     |  |   |    |   |                        |  |     |  |
|-----|--|---|----|---|------------------------|--|-----|--|
| 2.4 | Проработка лекционного материала, постаудиторная и предаудиторная работа над практическими занятиями. Работа с материалами в курсе "Металловедение и технологии легких сплавов" в LMS Canvas. /Ср/ | 6 | 14 | A-1-31 A-1-Y1<br>A-2-31 A-2-Y1<br>A-3-31 A-3-Y1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  |     |  |
|     | <b>Раздел 3. Титановые сплавы и сплавы на основе алюминидов титана</b>   |   |    |   |                        |  |     |  |
| 3.1 | Общие сведения о титановых сплавах. Легирующие элементы и примеси. Основные типы двойных диаграмм. Фазовые превращения в процессе деформационно-термической обработки /Лек/                        | 6 | 2  |   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4      |  |     |  |
| 3.2 | Марочные и перспективные деформируемые титановые сплавы структура, фазовый состав, свойства. Сплавы на основе алюминидов титана. Особенности структуры и фазового состава /Лек/                    | 6 | 2  |   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4      |  |     |  |
| 3.3 | Марочные и перспективные сплавы на основе титана и алюминидов титана: структура, фазовый состав, свойства. Контрольная работа №1 "Сплавы на основе титана и алюминидов титана" /Пр/                | 6 | 6  |   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  | КМЗ |  |
| 3.4 | Проработка лекционного материала, постаудиторная и предаудиторная работа над практическими занятиями. Работа с материалами в курсе "Металловедение и технологии легких сплавов" в LMS Canvas. /Ср/ | 6 | 14 |   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 |  |     |  |
|     | <b>Раздел 4. Сплавы с памятью формы</b>  |   |    |   |                        |  |     |  |
| 4.1 | Общие сведения о сплавах с памятью формы. Термоупругое мартенситное превращение и его связь с эффектами памяти формы и сверхупругости. /Лек/   | 6 | 1  |   | Л1.5 Л1.6              |  |     |  |
| 4.2 | Функциональные свойства сплавов с памятью формы. Управление структурой и свойствами СПФ Ti-Ni методами термической и термомеханической обработки. ВТМО, НТМО, Термомеханическая тренировка. /Лек/  | 6 | 2  |   | Л1.5 Л1.6              |  |     |  |



|     |  |   |    |  |           |  |     |  |
|-----|--|---|----|--|-----------|--|-----|--|
| 4.3 | Наноструктурирующая термомеханическая обработка СПФ. Формирование структуры никелида титана при ТМО, включающей холодную пластическую деформацию от умеренной до интенсивной. Применение сплавов с памятью формы в медицине и технике. /Лек/ | 6 | 2  |  | Л1.5 Л1.6 |  |     |  |
| 4.4 | Особенности методов определения функциональных свойств. Методики исследования структурно-фазового состояния сплавов с памятью формы. Контрольная работа № 1 "Сплавы с памятью формы" /Пр/  | 6 | 8  |  | Л1.5 Л1.6 |  | КМ4 |  |
| 4.5 | Проработка лекционного материала, постаудиторная и предаудиторная работа над практическими занятиями. Работа с материалами в курсе "Металловедение и технологии легких сплавов" в LMS Canvas. /Ср/   | 6 | 15 |  | Л1.5 Л1.6 |  |     |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие                                    | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки  |
|--------|--|------------------------------------|---|
| КМ1    | Контрольная работа №1 по теме: «Сплавы на основе алюминия» | А-3-31; А-2-31; А-1-31             | <p>В какой области диаграммы состояния алюминиевые сплавы обладают хорошими литейными свойствами?</p> <p>2. Какая основная структурная составляющая в силумине АК12М2?</p> <p>3. Какие процессы происходят при нагреве сплава АК7пч под закалку?</p> <p>4. Какие процессы происходят при старении закаленного сплава АМ5?</p> <p>5. Для чего и как модифицируют силумины?</p> <p>6. Какие основные легирующие элементы в деформируемых алюминиевых сплавах?</p> <p>7. Что из себя представляют дисперсоиды?</p> <p>8. Для чего и в каком количестве в магнелии вводят марганец?</p> <p>9. Какие основные легирующие элементы в сплаве В95?</p> <p>10. При какой температуре можно проводить гомогенизацию слитков сплавов типа Д16?</p> <p>11. Что из себя представляют строчки в структуре деформированных полуфабрикатов?</p> <p>12. Как меняется структура алюминиевого твердого раствора при холодной деформации?</p> <p>13. Какие избыточные фазы в гомогенизированных слитках сплава АК4-1?</p> |

|     |  |                      |   |
|-----|--|----------------------|---|
| КМ2 | Контрольная работа №2 по теме: «Магние­вые сплавы»                                     | А-3-31;А-2-31;А-1-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные группы магниевых сплавов.</li> <li>2. К какой системе относится высокопрочные литейные сплавы?</li> <li>3. Почему полуфабрикаты из магниевых сплавов получают горячей деформацией?</li> <li>4. Для какой цели вводят в магниевые сплавы цирконий?</li> <li>5. К какой системе относят высокопрочные деформируемые Mg-сплавы? Приведите пример высокопрочного сплава.</li> <li>6. К какой системе относятся жаропрочные деформируемые магниевые сплавы? Приведите пример жаропрочного сплава.</li> <li>7. Какую структуру имеет сплав МЛ12 в литом состоянии?</li> <li>8. Каков средний состав сплавов МЛ12, МЛ8, МЛ15?</li> <li>9. Какова основная фаза – упрочнитель в сплаве МА14?</li> <li>10. Какому виду термической обработки подвергают сплавы МА12 и МЛ8?</li> </ol>  |
| КМ3 | Контрольная работа №3 по теме: «Титановые сплавы и сплавы на основе алюминидов титана» | А-3-31;А-2-31;А-1-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По какому признаку, и на какие группы подразделяют легирующие элементы в титановых сплавах?</li> <li>2. Каковы условия образования, кристаллическая структура и механические свойства метастабильных фаз <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\alpha\beta</math> и <math>\gamma</math> в титановых сплавах?</li> <li>3. По какому признаку, и на какие группы подразделяют промышленные титановые сплавы?</li> <li>4. Как маркируют промышленные деформируемые и литейные титановые сплавы?</li> <li>5. Как рассчитывают коэффициент бета - стабилизации титановых сплавов?</li> <li>6. Каковы разновидности структур титановых сплавов разных групп?</li> <li>7. Каково назначение, преимущества и ограничения введения алюминия в титановые сплавы?</li> <li>8. Какие элементы и почему следует отнести к бета - стабилизаторам?</li> <li>9. Какие элементы и почему следует отнести к альфа - стабилизаторам и нейтральным упрочнителям?</li> <li>10. Какие альфа+бета - титановые сплавы вы знаете, каковы их преимущества и недостатки?</li> <li>11. Какие бета - титановые сплавы вы знаете, каковы их преимущества и недостатки?</li> <li>12. Какие принципы легирования гамма сплавов на основе алюминидов титана?</li> <li>13. Какое содержание алюминия в гамма сплавов и чем оно обосновано?</li> <li>14. Какое достоинства и недостатки гамма сплавов?</li> <li>15. В чем состоит эвтектидное превращение в гамма сплавах?</li> </ol> |

|     |   |                      |  |
|-----|---|----------------------|--|
| КМ4 | Контрольная работа №4 по теме: "Сплавы с памятью формы" | А-3-31;А-2-31;А-1-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Память формы металлов, общие сведения и определения.</li> <li>2. Термоупругое мартенситное превращение при охлаждении-нагреве.</li> <li>3. Термоупругое мартенситное превращение под напряжением – основной структурный механизм памяти формы.</li> <li>4. Эффекты памяти формы и сверхупругости, термомеханические условия и структурные механизмы их реализации.</li> <li>5. Микроструктура и субструктура термоупругого мартенсита.</li> <li>6. Что такое кристаллографический ресурс обратимой деформации?</li> <li>7. Функциональные свойства СПФ.</li> <li>8. Факторы и структурные механизмы, обеспечивающие обратимость деформации СПФ.</li> <li>9. Имеет ли кристаллографический ресурс обратимой деформации температурную зависимость и почему?</li> <li>10. Что такое эффект памяти формы? Дать определение и объяснить графически.</li> <li>11. Что такое сверхупругость? Дать определение и объяснить графически.</li> <li>12. Для чего проводят функциональные циклические усталостные испытания сплавов с памятью формы?</li> <li>13. Для чего проводят рентгенографическое исследование сплавов с памятью формы?</li> <li>14. Дислокационный и фазовый предел текучести. Определения и графическое объяснение.</li> <li>15. Как определить кристаллографический ресурс обратимой деформации, если при комнатной температуре сплав находится в сверхупругом состоянии, то есть на рентгенограмме нет линий низкотемпературной фазы (мартенсита)?</li> <li>16. Термическая обработка СПФ.</li> <li>17. Термомеханическая обработка СПФ.</li> <li>18. Деформация сплавов с памятью формы.</li> <li>19. Закалка, отжиг СПФ.</li> <li>20. Старение СПФ.</li> <li>21. Термоциклирование СПФ.</li> <li>22. Высокотемпературная ТМО.</li> <li>23. Низкотемпературная ТМО.</li> <li>24. Последеформационный отжиг и старение.</li> <li>25. Влияние предварительной деформации на проявление эффектов памяти формы и сверхупругости.</li> <li>26. Процессы формирования структуры СПФ при термообработке.</li> <li>27. Влияние термообработки на функциональные свойства СПФ.</li> <li>28. Термоциклическая тренировка СПФ.</li> <li>29. Процессы формирования структуры при ТМО.</li> <li>30. Наносубзеренная и нанозеренная структуры.</li> <li>31. Термомеханические условия реализации эффекта памяти формы и сверхупругости.</li> <li>32. От каких параметров структуры зависит прочностная характеристика материала (предел текучести)? Из каких составляющих напряжения он складывается? Соотношение Холла-Петча.</li> <li>33. Влияние ТМО на статические и усталостные функциональные свойства.</li> <li>34. Термомеханоциклическая тренировка СПФ.</li> </ol> |
|-----|---|----------------------|--|

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы             | Проверяемые индикаторы компетенций        | Содержание работы   |
|------------|-----------------------------|---|---|
| Р1         | «Сплавы на основе алюминия» | А-3-У1;А-3-В1;А-2-У1;А-2-В1;А-1-У1;А-1-В1 | Анализ структуры, фазового состава и свойств сплавов на основе алюминия |
| Р2         | Сплавы на основе магния»    | А-3-У1;А-3-В1;А-2-У1;А-2-В1;А-1-У1;А-1-В1 | Анализ структуры, фазового состава и свойств сплавов на основе магния   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| P3 | «Сплавы на основе титана и алюминидов титана» | A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1 | Анализ структуры, фазового состава и свойств сплавов на основе титана и алюминидов титана |
| P4 | "Сплавы с памятью формы"                      | A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1 | Анализ структуры, фазового состава и свойств сплавов с памятью формы                      |

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен учебным планом

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме зачета .

Для получения зачета необходимо выполнение следующих условий:

1. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине практических занятий (система оценивания "завершено/не завершено")
2. Выполнение контрольных работ 1-4 (балльная система оценивания, необходимо получить не менее 3 баллов)

Система оценивания:

1. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине практических занятий: оценка "завершено"
2. Выполнение контрольной работы по разделу 1. (максимальное количество баллов 5, минимальное 3 балла)
3. Выполнение контрольной работы по разделу 2. (максимальное количество баллов 5, минимальное 3 балла)
4. Выполнение контрольной работы по разделу 3. (максимальное количество баллов 5, минимальное 3 балла)
5. Выполнение контрольной работы по разделу 4. (максимальное количество баллов 5, минимальное 3 балла)
6. Выполнение домашнего задания (максимальное количество баллов 5, минимальное 3 балла)

Критерии оценивания контрольной работы:

«Отлично» - Обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

«Хорошо» - Обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

«Удовлетворительно» - Обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает, хотя и с ошибками, правильно действует по применению знаний на практике.

«Неудовлетворительно» - Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике.

Критерии оценивания домашнего задания:

«Отлично» - Обучающийся выполнил все требования к написанию и представлению домашнего задания. Обозначена проблема и обоснована актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы при представлении домашнего задания.

«Хорошо» - Обучающийся выполнил все требования к написанию и защите домашнего задания: обозначена проблема и обоснована актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично. Изложена собственная позиция, задание выполнено в полном объеме с небольшими ошибками, сформулированы основные выводы, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

«Удовлетворительно» - Обучающийся в представленном домашнем задании имеет существенные отступления от требований к оформлению и защите домашнего задания. В частности, тема освещена лишь частично; допущены ошибки в выполнении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствуют основные выводы.

«Неудовлетворительно» - Обучающийся допустил при выполнении домашнего задания существенные отступления, отступления от требований к оформлению и представлению домашнего задания. В частности, тема освещена лишь частично; допущены принципиальные ошибки или при ответе на дополнительные вопросы; во время представления домашнего задания отсутствуют основные выводы.

Промежуточная аттестация, зачет выставляется по результатам проведения текущего контроля успеваемости (среднее арифметическое значение и по правилам математического округления чисел) и с обязательным выполнением всех практических занятий.

Уровень освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом:

Оценка «Отлично» - Компетенция сформирована.

Оценка «Хорошо» - Компетенция сформирована.

Оценка «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована.

Оценка «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|---|---|------------------------|------------------------|
| Л1.1 | Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А.  | Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термообработка металлов'                      | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 1999 |
| Л1.2 | Белов Николай Александрович, Аксенов Андрей Анатольевич                               | Металловедение цветных металлов. Алюминиевые, магниевые и титановые сплавы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов спец. 150105                        | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2005        |
| Л1.3 | Золоторевский Вадим Семенович, Белов Николай Александрович                            | Металловедение цветных металлов: Разд.: Алюминиевые сплавы. Металловедение, применение, стандарты: Учеб. пособие для студ. спец. 1105                         | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 2000        |
| Л1.4 | Золоторевский Вадим Семенович, Белов Николай Александрович                            | Металловедение цветных металлов: Разд.: Алюминиевые сплавы. Металловедение, применение, стандарты: Учеб. пособие для студ. спец. 1105                         | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2000        |
| Л1.5 | Прокошкин Сергей Дмитриевич, Хмелевская Ирина Юрьевна, Рыклина Елена Прокопьевна, др. | Физические основы пластической деформации. Термомеханическая обработка и применение сплавов с памятью формы на основе никелида титана (N 3702): учеб. пособие | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2020      |
| Л1.6 | Дубинский Сергей Михайлович, Жукова Юлия Сергеевна, Шереметьев Вадим Алексеевич, др.  | Сплавы с памятью формы. Биосовместимые безникелевые сплавы с памятью формы на основе титана (N 3701): учебное пособие   | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 2019      |

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                  |
|-----|------------------|
| П.1 | LMS Canvas       |
| П.2 | MS Teams         |
| П.3 | Microsoft Office |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:  |
| И.2 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>  |
| И.3 | — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a> |
| И.4 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):   |
| И.5 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>    |
| И.6 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>                            |
| И.7 | — наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>                           |
| И.8 | — научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>                        |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|------------|-----------|
|------|------------|-----------|

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| Г-158                             | Аудитория для самостоятельной работы студентов   | комплект учебной мебели на 10 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, сетевой принтер                            |
| Г-148                             | Учебная аудитория  | стационарный компьютер преподавателя, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, мультимедийная доска, комплект учебной мебели на 21 посадочное место |
| Любой корпус<br>Учебная аудитория | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест  |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение лекций и практических занятий осуществляется в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint); использование при проведении занятий активных форм обучения.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

По курсу предусмотрен зачет.

Материалы курса (презентации к занятиям и др.) выложены в системе LMS Canvas.