

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:55:51

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 (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 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 А-3-31	Л1.1 Л1.2 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 A-3-31	Л1.1 Л1.2 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 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1 Л1.2 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 A-2-31 A-2-У1 A-3-31 A-3-У1	Л1.1 Л1.2 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 A-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4			
2.2	Марочные и перспективные деформируемые магневые сплавы: структура, фазовый состав, свойства /Лек/	6	2	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1 Л1.2 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 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1 Л1.2 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 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1	Л1.1 Л1.2 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 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 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 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 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: «Магниеые 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-B1;A-2-У1;A-2-B1;A-1-У1;A-1-B1	Анализ структуры, фазового состава и свойств сплавов на основе титана и алюминидов титана
P4	"Сплавы с памятью формы"	A-3-У1;A-3-B1;A-2-У1;A-2-B1;A-1-У1;A-1-B1	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 объём, 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 объём, 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 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.