

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 26.07.2023 14:16:38

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)

# Amorphous metallic alloys / Аморфные металлические сплавы

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Advanced Metallic Materials and Engineering / Современные металлические материалы и инжиниринг

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

24

самостоятельная работа

66

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	66	66	66	66
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):  
к.тн, доцент, Чурюмов А.Ю.

Рабочая программа

**Amorphous metallic alloys / Аморфные металлические сплавы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-10А.plx Advanced Metallic Materials and Engineering / Современные металлические материалы и инжиниринг, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Advanced Metallic Materials and Engineering / Современные металлические материалы и инжиниринг, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения цветных металлов**

Протокол от 29.06.2020 г., №8

Руководитель подразделения Солонин А.Н.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование у студентов знаний, умений и навыков разработки и исследования структуры и свойств аморфных металлических материалов, в том числе объемных металлических стекол, а также расчетных и экспериментальных методов повышения в них технологических, механических и функциональных свойств.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Metallic materials: structure, properties and application / Металлические материалы: структура, свойства и применение	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Scientific research / Научно-исследовательская практика (преддипломная)	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

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

**ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях**

**Знать:**

ОПК-5-31 Основные системы легирования для получения аморфных металлических материалов

**Уметь:**

ОПК-5-У1 Применять инновационные методы решения инженерных задач

**Владеть:**

ОПК-5-В1 Навыками определения перспективных составов, способных к формированию аморфной структуры

**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. Основные способы получения аморфных металлических материалов</b>							
1.1	Получение объемных металлических стекол гравитационным литьем /Пр/	3	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э3		КМ1	
1.2	Получение материалов с аморфной структурой закалкой расплава спиннингованием /Пр/	3	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ1	
1.3	Проведение расчетов характеристик стеклообразующей способности сплавов /Ср/	3	10	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ1	
	<b>Раздел 2. Методы исследования структуры аморфных металлических материалов</b>							
2.1	Методы световой и электронной микроскопии для исследования структуры аморфных металлических материалов. /Пр/	3	2	ОПК-5-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	

2.2	Применение рентгеновской дифрактометрии при анализе структуры аморфных металлических материалов /Пр/	3	2	ОПК-5-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	
2.3	Исследование влияние отжига на структуру аморфных металлических материалов /Ср/	3	14	ОПК-5-31 ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	
<b>Раздел 3. Исследование физических и механических свойств аморфных металлических материалов</b>								
3.1	Определение теплофизических характеристик методом дифференциальной сканирующей калориметрии /Пр/	3	2	ОПК-5-31	Л1.1 Э1		КМ3	
3.2	Определение механических свойств аморфных металлических материалов /Пр/	3	2	ОПК-5-В1	Л1.3 Э1		КМ3	
3.3	Экспериментальное определение параметров стеклообразующей способности сплавов /Ср/	3	10	ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2		КМ3	
3.4	Моделирование процесса деформации композиционных материалов на основе объемных металлических стекол с использованием метода конечных элементов /Ср/	3	10	ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2			
3.5	Разработка программы прикладного использования аморфных металлических материалов /Ср/	3	6	ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2			
3.6	Исследование коррозионной стойкости аморфных металлических материалов /Ср/	3	6	ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Л1.2 Э1 Э2			
3.7	Исследование свойств поверхности аморфных металлических материалов /Ср/	3	10	ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2		КМ3	

### 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	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	1. Как рассчитать критерий стеклообразующей способности сплавов несоответствие размеров атомов ( $\delta$ )? 2. Как рассчитать критерий стеклообразующей способности сплавов энтальпию смешения ( $\Delta H_{mix}$ )? 3. Как рассчитать критерий стеклообразующей способности сплавов энтропию смешения ( $\Delta S_{mix}$ )? 4. Как рассчитать критерий стеклообразующей способности сплавов разность электроотрицательностей ( $\Delta\chi$ )?

КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	1. Каким методом можно экспериментальной определить стеклообразующую способность? 2. Назовите косвенные характеристики стеклообразующей способности. 3. Как с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии можно сравнить стеклообразующую способность сплавов?
КМ3	Контрольная работа №3	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	1. Опишите методику определения эффективной энергии кристаллизации аморфных металлических материалов. 2. Какие основные механические свойства характеризуют прочность аморфных металлических материалов? 3. Методы исследования структуры и свойств металлических материалов. 4. Опишите методику моделирования процесса деформации металлических стекол.

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Курсовые работы:

- ОПК-5-В1 Навыками определения перспективных составов, способных к формированию аморфной структуры  
ПК-5-В1 Навыками расчета энтальпии смешения, размерного и энтропийного факторов для повышения стеклообразующей способности  
ПК-5-В2 Навыками определения тепловых характеристик аморфных металлических материалов, в том числе объемных металлических стекол и расчета параметров стеклообразующей способности  
ОПК-5-У1 Применять инновационные методы решения инженерных задач  
ПК-1-У1 Определять свойства и структурные характеристики аморфных металлических материалов, в том числе объемных металлических стекол  
ПК-4-У1 Использовать современное технологическое оборудование для получения и обработки аморфных металлических материалов
1. Проведение расчетов критериев стеклообразующей способности.
  2. Экспериментальное определение теплофизических свойств аморфных металлических материалов.
  3. Проведение расчетов эффективной энергии активации кристаллизации.

Презентации (доклады).

Примерный перечень тем презентаций:

1. Объемные металлические свойства на основе титана.
2. Влияние криогенной обработки на структуру и свойств металлических стекол.
3. Механические свойства объемных металлических стекол на основе циркония.

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

Экзаменационные билеты приведены в фалах Приложения.

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

По результатам итоговой (экзаменационной) работы.

Результаты текущего контроля знаний, умений и навыков, обеспечивающих формирование компетенции, закрепленных за данной дисциплиной, учитываются при проведении промежуточной аттестации, в том числе на основе балльно-рейтинговой системы.

Оценочные материалы текущего контроля успеваемости могут быть использованы при формировании фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Все баллы, набранные в семестре, суммируются и относятся к общей сумме максимально возможных баллов, умножаются на 100 %.

Оценивание ответов на вопросы при защите лабораторных работ

Оценка Критерии оценивания

5 «Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер

4 «Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера

3 «Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей

Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности

2 «Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

Оценивание ответов на вопрос контрольной работы

Балл Критерии оценивания

3 Обучающийся полностью и аргументированно отвечает на вопрос

2	Обучающийся отвечает на вопрос, но не может полностью его раскрыть
1	Обучающийся правильно понимает вопрос, но отвечает однозначно и коротко
0	Обучающийся не понимает вопроса и неправильно отвечает (или вообще не отвечает) на поставленный вопрос

Оценивание результатов обучения:

Оценка	Процент набранных в семестре баллов
5	«Отлично» от 86%
4	«Хорошо» до 85%
3	«Удовлетворительно» до 65%
2	«Неудовлетворительно» до 50%

Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

В случае, если обучающийся в течение семестра не набрал баллов, соответствующих оценке «удовлетворительно» и выше, то для него проводится аттестация в форме устного экзамена.

Результаты обучения по дисциплине, характеризующие освоение совокупности компетенций (части компетенций), при проведении промежуточной аттестации или по результатам БРС оцениваются по четырех-балльной системе 7

Результаты БРС	Результат формирования компетенции
5	«Отлично» от 86% Компетенция сформирована
4	«Хорошо» до 85%
3	«Удовлетворительно» до 65%
2	«Неудовлетворительно» до 50% Компетенция не сформирована

«Отлично»

Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
  - способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
  - аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
  - умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;
  - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
  - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы
- «Хорошо»

Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- твердые знания теоретического материала;
- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.

Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий

«Удовлетворительно»

Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины

«Неудовлетворительно»

Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Прокошин А. Ф., Люборский Ф. Е.	Аморфные металлические сплавы: пер. с англ. : монография	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л1.2	Пустов Ю. А.	Перспективные коррозионно-стойкие материалы и технологии защиты металлов от коррозии. Аморфные и нанокристаллические материалы (методы получения, структура и коррозионная стойкость): курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150701 - Физико-химия процессов и материалов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.3	Золоторевский В. С., Портной В. К., Солонин А. Н., Просвиряков А. С.	Механические свойства металлов. Статические испытания: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Наукометрическая база данных Web of Science	<a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a>
Э2	Наукометрическая база данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Э3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	КОМПАС-3D v17

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

И.1	Система конечно-элементного моделирования
-----	---

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-317	Лаборатория	Световые металлографические микроскопы 16 шт. , пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: доска, экран, комплект учебной мебели
К-08	Лаборатория рентгеноструктурного анализа:	диффрактометр ретгеновский порошковый Bruker D8 Advance с печью для проведения высокотемпературных исследований до 1200 С
К-307	Лаборатория	установка для измерения удельной электропроводности ИЭ-1; весы с точностью измерения до четвертого знака после запятой; калориметр DTA/DSC Setaram; дилатометр Linseis L75; установка для лазерной сварки/пайки/напайки МУЛ-1 Л 200
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы.

Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим, семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.

В освоении дисциплины возможно изучение следующей литературы:

1. A.L. Greer. Metallic Glasses, In Physical Metallurgy (Fifth Edition), edited by David E. Laughlin. Elsevier, Oxford. 2014
2. D.V. Louzguine-Luzgin, A. Inoue Bulk Metallic Glasses. Formation, Structure, Properties, and Applications” Handbook of Magnetic Materials, Edited by K.H.J. Buschow Elsevier 2013.