

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:05:33

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)

# Инновационные конструкционные материалы

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

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

34

самостоятельная работа

74

### 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	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Рогачев Станислав Олегович*

Рабочая программа

### **Инновационные конструкционные материалы**

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 металловедения и физики прочности**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения Никулин С.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также научить фундаментальным принципам создания широкого класса конструкционных материалов и выбору технологических режимов их получения и обработки, обеспечивающих формирование комплекса высоких механических и эксплуатационных свойств, удовлетворяющих требованиям со стороны современных высокотехнологичных сфер.
1.2	
1.3	Задачи дисциплины:
1.4	научить
1.5	1 фундаментальным принципам создания широкого класса конструкционных материалов, обладающих заданным комплексом механических и функциональных свойств;
1.6	2 пониманию связи между химическим составом и формированием структуры материала с одной стороны и их комплексом свойств с другой;
1.7	3 создавать материал, отвечающий комплексу свойств с учетом сложных условий эксплуатации.

**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	



<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Знать:</b>
А-3-32 Классы конструкционных материалов, обладающих одновременно высокой прочностью и функциональностью
А-3-31 Современные типы инновационных конструкционных материалов для высокотехнологических сфер применения, их свойства, принципы выбора материалов, технологические процессы производства и обработки
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Знать:</b>
А-2-31 Способы управления структурой и свойствами металлических конструкционных материалов
<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 Выбирать конструкционные материалы и технологические процессы их получения, отвечающие комплексу свойств с учетом сложных условий эксплуатации
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Уметь:</b>
А-2-У1 Анализировать информацию о механических и функциональных свойствах металлических конструкционных материалов в зависимости от их структурного состояния
<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 Прогнозировать на основе информационного поиска конкурентную способность инновационных конструкционных материалов и технологий их получения
<b>Владеть:</b>
А-1-В1 Навыками создания широкого класса металлических конструкционных материалов, обладающих одновременно высокой прочностью и функциональностью
А-1-В2 Опыт применения на практике перспективных способов управления структурой и свойствами металлических конструкционных материалов

#### 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 типы инновационных конструкционных материалов</b>							
1.1	Типы инновационных конструкционных материалов для широкого спектра применений в современных высокотехнологичных сферах /Лек/	6	4	А-3-31 А-3-32	Л1.1Л2.2			
1.2	Выбор инновационных конструкционных материалов для конкретного применения в современных высокотехнологичных сферах /Пр/	6	3	А-3-У1	Л1.1Л2.2			
1.3	Проработка материалов лекций и практических занятий. Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/	6	14	А-3-31 А-3-32 А-3-У1	Л1.1Л2.2			
1.4	Контрольная работа № 1. /Пр/	6	2	А-3-31 А-3-32 А-3-У1	Л1.1Л2.2		КМ1	

	<b>Раздел 2. Способы управления свойствами конструкционных материалов</b>							
2.1	Перспективные способы управления свойствами конструкционных материалов /Лек/	6	8	A-2-31	Л1.1Л2.2			
2.2	Выбор способа управления свойствами конструкционных материалов, исходя из поставленной задачи. /Пр/	6	4	A-1-B2	Л1.1Л2.2			
2.3	Проработка материалов лекций и практических занятий. Подготовка к контрольной работе №211 /Ср/	6	30	A-1-B2 A-2-31	Л1.1Л2.2			
2.4	Контрольная работа № 2. /Пр/	6	2	A-1-B2 A-2-31	Л1.1Л2.2		КМ2	
	<b>Раздел 3. Технологические процессы производства конструкционных материалов с требуемым комплексом свойств</b>							
3.1	Технологические процессы производства конструкционных материалов с заданным комплексом свойств /Лек/	6	5	A-2-31	Л1.1Л2.1			
3.2	Оценка свойств конструкционных материалов, полученных с использованием различных технологических процессов. /Пр/	6	4	A-1-У1 A-1-B1 A-2-У1	Л1.1Л2.1			
3.3	Проработка материалов лекций и практических занятий. Подготовка к контрольной работе №3 /Ср/	6	30	A-1-У1 A-1-B1 A-2-31 A-2-У1	Л1.1Л2.1			
3.4	Контрольная работа № 3. /Пр/	6	2	A-1-У1 A-1-B1 A-2-31 A-2-У1	Л1.1Л2.1		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 по разделу 1	A-3-31;A-3-32;A-3-У1	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки к Контрольной работе №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Современные типы инновационных конструкционных материалов</li> <li>2. Понятие композиционного и гибридного материала</li> <li>3. Принципы создания композиционных и гибридных материалов</li> <li>4. Типы композиционных и гибридных материалов</li> <li>5. Наноструктурные конструкционные материалы</li> <li>6. Стали и сплавы, обладающие высокими механическими свойствами</li> <li>7. Ограничения применения наноструктурных конструкционных материалов</li> <li>8. Ограничения применения композиционных конструкционных материалов</li> </ol> <p>Примеры билетов даны в Приложении</p>
КМ2	Контрольная работа №2	A-2-31;A-1-B2	<p>Вопросы самостоятельной для подготовки к Контрольной работе №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы управления структурой и свойствами конструкционных материалов</li> <li>2. Влияние термической обработки на свойства конструкционных материалов</li> <li>3. Влияние легирования на свойства конструкционных материалов</li> <li>4. Способы повышения прочностных свойств сталей и сплавов</li> <li>5. Основные виды термической обработки</li> <li>6. Основные легирующие элементы в сталях</li> <li>7. Цели наноструктурирования металлических материалов</li> <li>8. Цели гибридации конструкционных материалов</li> <li>9. Условия, обеспечивающие формирование ультрамелкозернистой структуры в металлических материалах при деформации</li> <li>10. Влияние температуры и степени деформации на формирование ультрамелкозернистой структуры в металлических материалах</li> <li>11. Проблема термической стабильности микроструктур, полученных мегапластической деформацией</li> <li>12. Механизмы влияния частиц второй фазы на прочностные свойства металлического материала</li> <li>13. Механизм торможение разрушения в слоистых композиционных материалах</li> <li>14. Механизм торможение разрушения в волокнистых композиционных материалах</li> </ol> <p>Примеры билетов даны в Приложении</p>
КМ3	Контрольная работа №3	A-2-31;A-2-У1;A-1-У1;A-1-B1	<p>Вопросы самостоятельной для подготовки к Контрольной работе №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перспективные технологические процессы производства конструкционных материалов</li> <li>2. Виды химико-термической обработки</li> <li>3. Влияние высокотемпературного азотирования на механические свойства сталей</li> <li>4. Принцип метода КВД</li> <li>5. Принцип метода РКУП, его преимущества и недостатки</li> <li>6. Способы получения биметаллических и триметаллических труб</li> <li>7. Способы получения слоистых гибридных материалов</li> <li>8. Способы получения волокнистых гибридных материалов</li> <li>9. Основные свойства материала (приводится конкретный материал), полученный данным методом (приводится конкретный метод)</li> <li>10. Факторы, влияющие на прочность сталей и сплавов</li> <li>11. Влияние разнотерности на пластические свойства металлического материала</li> </ol> <p>Примеры билетов даны в Приложении</p>

**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
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------



P1	ПР № 1. Выбор инновационных конструкционных материалов для конкретного применения в современных высокотехнологичных сферах	A-3-У1	Изучить современные типы инновационных конструкционных материалов, применяемых в высокотехнологичных сферах: их состав, свойства, обработку, способы изготовления
P2	ПР №2. Выбор способа управления свойствами конструкционных материалов, исходя из поставленной задачи.	A-1-B2	Понять фундаментальные принципы и механизмы управления комплексом свойств конструкционного материала за счет изменения химического состава и структуры; изучить способы воздействия на структуру конструкционного материала
P3	ПР №3. Оценка свойств конструкционных материалов, полученных с использованием различных технологических процессов.	A-2-У1;A-1-У1;A-1-B1	Оценить влияние способа получения конструкционного материала на комплекс свойств: механических, физических и функциональных

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

По дисциплине предусмотрен зачет с оценкой

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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

Оценка «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.

Оценка «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.

Оценка «удовлетворительно»

– обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно»

– обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные или некорректные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Рогачев Станислав Олегович, Белов В. А.	Металлические композиционные и гибридные материалы. Гибридные наноструктурные материалы (N 3388): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Утяшев Ф. З., Рааб Г. И., Шибиков В. Г., Ганиев М. М.	Теория и практика деформационных методов формирования нанокристаллической структуры в металлах и сплавах	Электронная библиотека	Казань: Казанский федеральный университет (КФУ), 2016

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Никулин Сергей Анатольевич, Турилина Вероника Юрьевна	Материаловедение. Специальные стали и сплавы: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2013

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas

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

И.1	www.sciencedirect.com
И.2	поисковые системы google, yandex и т.д.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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.
A-211	Лаборатория	"дистанц. радиоуправл. д/экр., моноблок - 1 шт, документ-камера, проектор мультимедийный, система видеоконференции, экран настенный, коллекция образцов, микроскопы 11 ед., твердомер"
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс 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

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Практические занятия проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства. Студенты должны исследовать предложенную ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них.

Текущий контроль, контрольные работы и экзамен проводятся с целью выявить полученные в результате изучения дисциплины знания, навыки и умения студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и практических занятий, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ МИСиС. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время занятий и в результате письменных контрольных работ.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и лично в назначенные часы консультаций.

Для полноценного изучения дисциплины «Инновационные конструкционные материалы» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке бакалавров профиля "Металловедение и термическая обработка металлов". Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения лекционных занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудио сопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину