

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 13:00:56

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)

# Современные жаростойкие материалы и системы "металл-покрытие"

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль Современные технологии получения и защиты металлических материалов

Квалификация	<b>Магистр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	180	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 3
аудиторные занятия	42	
самостоятельная работа	102	
часов на контроль	36	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	14	14	14	14
Практические	28	28	28	28
Итого ауд.	42	42	42	42
Контактная работа	42	42	42	42
Сам. работа	102	102	102	102
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):  
кхн, доц., Гладкова А.А.

Рабочая программа

**Современные жаростойкие материалы и системы "металл-покрытие"**

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-23-9.plx Современные технологии получения и защиты металлических материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Современные технологии получения и защиты металлических материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов**

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В. Дуб

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	формирование у студентов умений и навыков проведения защиты от коррозии металлических материалов в различных условиях эксплуатации
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Коррозионная стойкость конструкционных сплавов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**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 научные основы электрохимической и газовой коррозии, методы защиты

**ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике собственный исследований**

**Уметь:**

ПК-1-У1 выбирать эффективные методы защиты от электрохимической и газовой коррозии

**Владеть:**

ПК-1-В1 анализа коррозионной обстановки и прогнозирования коррозионного поведения металлических материалов в различных условиях эксплуатации

**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. 1. Научные основы электрохимической коррозии. Виды коррозионного разрушения. Методы защиты</b>							
1.1	Научные основы электрохимической коррозии /Лек/	3	6	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.2	Научные основы электрохимической коррозии. Домашнее задание №1 (Раздел 1) /Ср/	3	24	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.3	Виды электрохимической коррозии /Лек/	3	8	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.4	Виды коррозионного разрушения. Методы защиты /Ср/	3	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			
1.5	Методы защиты от электрохимической коррозии /Пр/	3	8	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			

1.6	Методы защиты от электрохимической коррозии /Ср/	3	18	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 1 Э1			
<b>Раздел 2. 2. Научные основы газовой коррозии. Методы защиты</b>								
2.1	Методы защиты от газовой коррозии /Пр/	3	8	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3Л3.1			
2.2	Научные основы газовой коррозии. /Ср/	3	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3Л3.1			
2.3	Научные основы газовой коррозии /Пр/	3	8	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1			
2.4	Методы защиты от газовой коррозии Домашнее задание №2 (Раздел 2) /Ср/	3	12	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1			
<b>Раздел 3. 3. Методы коррозионных исследований и испытаний</b>								
3.1	Методы коррозионных исследований и испытаний /Пр/	3	4	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7Л2.1Л3.1 1 Э1			
3.2	Методы коррозионных исследований и испытаний Домашнее задание №3 (Раздел 3) /Ср/	3	24	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7Л2.1Л3.1 1 Э1			Р1

### 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	Экзамен	ОПК-5-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать определения жаростойкости, жаропрочности и термостойкости.</li> <li>2. Перечислить основные легирующие элементы, приводящие к существенному увеличению жаростойкости Fe, Ni, Co.</li> <li>3. Привести основные вторичные явления, реализующие при высокотемпературном окислении сплавов.</li> <li>4. Дать правила влияния примесей на изменение скорости высокотемпературного окисления конструкционных металлов.</li> <li>5. Указать какие типы оксидных пленок (по типу их проводимости) реализуются на поверхности металлов.</li> <li>6. Привести теоретические доказательства об увеличении скорости высокотемпературного ( 800 – 1250°C) окисления Ni после его легирования 5% Cr.</li> <li>7. Привести теоретические доказательства об уменьшении скорости высокотемпературного ( 800 – 1250°C) окисления Co, Ni после их легирования 25% Cr.</li> <li>8. Описать механизм якорного эффекта.</li> <li>9. Какие три основных фактора «отвечают» за количество растворенного кислорода в металлической основе?</li> <li>10. Уменьшится или увеличится скорость высокотемпературного окисления железа после его легирования 2; 23 % Cr?</li> <li>11. Уменьшится или увеличится скорость высокотемпературного окисления железа после его легирования 2; 23 % Cr?</li> <li>12. Как влияет циклически изменяющаяся температура на кинетику высокотемпературного окисления сплавов?</li> <li>13. Приведите методику определения скорости высокотемпературной коррозии материала, когда образуются и летучие продукты коррозии</li> <li>14. Как протекает коррозия сплавов на основе никеля в продуктах сгорания, содержащих соединения серы?</li> <li>15. Как протекает коррозия сплавов на основе никеля в продуктах сгорания, содержащих золу, которая содержит сульфаты или соединения ванадия?</li> <li>16. Опишите особенности протекания высокотемпературной коррозии металлов в галоидных средах.</li> <li>17. Опишите зависимости константы скорости параболического окисления бинарных сплавов Fe-Cr, Ni-Cr, Co-Cr от концентрации Cr в них.</li> <li>18. Дайте состав наиболее жаростойких никелевых сплавов.</li> <li>19. Приведите условия, соблюдение которых обязательно при создании жаростойких материалов на углеродной основе.</li> <li>20. Опишите механизм высокотемпературной пассивации композиционного материала Si-SiC-C.</li> <li>21. Опишите механизм высокотемпературной пассивации композиционного материала, полученного импрегнированием графита Nf.</li> <li>22. Приведите основные положения, соблюдение которых необходимо при разработке новых жаростойких материалов.</li> <li>23. Опишите явление химического пробоя оксидных пленок при высоких температурах.</li> <li>24. Приведите состав наиболее жаростойких сплавов на основе редких и тугоплавких d переходных и тугоплавких металлов.</li> <li>25. Опишите сущность метода инертных меток.</li> <li>26. Опишите контролируемую стадию процесса высокотемпературного окисления сплавов Fe <math>\geq</math> 20 % Cr при температурах 900 и 1100°C.</li> <li>27. Приведите примеры жаростойкой бескислородной керамики.</li> <li>28. Приведите примеры пассивации материалов при высокой температуре в газовой среде.</li> <li>29. Какие продукты окисления образуются при нахождении керамик SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> в кислородсодержащей газовой среде при высоких температурах</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
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	Рефераты	ОПК-5-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Подготовка рефератов на заданную тему
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
<p>Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.</p> <p>Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля), промежуточная аттестация обучающихся - оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю) (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ)).</p> <p>Текущий контроль успеваемости включает в себя задания для самостоятельного выполнения и контрольные мероприятия по их проверке.</p>			
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>			
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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;</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.</p> <p>Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.</p>			

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кайдриков Р. А., Виноградова С. С., Назмиева Л. Р., Егорова И. О.	Стандартизованные методы коррозионных испытаний: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011
Л1.2	Пустов Ю. А., Кошкин Б. В., Кутырев А. Е.	Коррозия и защита металлов в водных средах: учеб. пособие для студ. вузов напр. 651300-Металлургия	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.3	Васильев В. Ю., Квокова И. М., Кравчинский А. П., др. Б. К., Опара	Коррозия и защита металлов: лаб. практикум для студ. спец. 0908, 1101-1108, 1110	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л1.4	Пустов Ю. А., Телков В. И.	Коррозионностойкие и жаростойкие материалы: Разд.: Методы коррозионных исследований и испытаний: Курс лекций для студ. спец. 07.08	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1995
Л1.5	Ракоч А. Г., Пустов Ю. А., Гладкова А. А.	Коррозия и защита металлов. Газовая коррозия металлов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Metallургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	Пустов Ю. А., Ракоч А. Г.	Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Методы коррозионных исследований и испытаний: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров и магистров 150100 'Материаловедение и технологии материалов' и инженеров, обуч. по спец. 150701 'Физико-химия процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.7	Бардин И. В., Пустов Ю. А., Ракоч А. Г., Гладкова А. А.	Методы коррозионных исследований и испытаний. Коррозионный мониторинг оборудования в процессе эксплуатации: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Рахимова Д. Ф., Лефтерова О. И., Ившин Я. В.	Metal corrosion. Electroplating: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013
Л2.2	Пустов Ю. А., Ракоч А. Г., Баутин В. А.	Коррозия и защита металлов в газовых средах: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallurgy и 150700 - Физ. материаловедение, спец. 150701 - Физико-химия процессов и материалов, 150702 - Физика металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.3	Исаев Н. И.	Коррозия и защита металлов. Раздел: Основы теории коррозии: Учеб. пособие для студентов спец. 0405,0406,0407	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1982

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Ангал Р.	Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	Долгопрудный: Интеллект, 2013

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

Э1	Онлайн-курс Protecting the World: Introducing Corrosion Science and Engineering	<a href="https://www.coursera.org/learn/corrosion?ranMID=40328&amp;ranEAID=SAyYsTvLiGQ&amp;ranSiteID=SAyYsTvLiGQ-aEnE2R_kop_HweUuXgqJgg&amp;siteID=SAyYsTvLiGQ-aEnE2R_kop_HweUuXgqJgg&amp;utm_content=10&amp;utm_medium=partners&amp;utm_source=linkshare&amp;utm_campaign=SAyYsTvLiGQ">https://www.coursera.org/learn/corrosion?ranMID=40328&amp;ranEAID=SAyYsTvLiGQ&amp;ranSiteID=SAyYsTvLiGQ-aEnE2R_kop_HweUuXgqJgg&amp;siteID=SAyYsTvLiGQ-aEnE2R_kop_HweUuXgqJgg&amp;utm_content=10&amp;utm_medium=partners&amp;utm_source=linkshare&amp;utm_campaign=SAyYsTvLiGQ</a>		
----	---	---	--	--

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	LMS Canvas		
П.2	Microsoft Office		
П.3	MS Teams		
П.4	Power Project		

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
АВ-202	Учебная аудитория	видеопроектор, комплект учебной мебели

Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 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

Большая часть каждого практического занятия проходит в активной и интерактивной форме:

- 1.1. студенты должны быть подготовлены к практическому занятию: они должны предварительно ознакомиться с теоретическим материалом, изложенным в учебных пособиях;
- 1.2. преподаватель кратко рассказывает о теме практического занятия, а также происходит обсуждение графиков, формул, которые будут использоваться для решения расчетных задач;
- 1.3. активность студентов поддерживается путем необходимости решения каждым студентом собственной ситуативной или производственной учебной задачи;
- 1.4. интерактивный подход заключается в том, что каждый студент может обсуждать решение задачи как со студентами своей группы, так и с преподавателем во время специально организуемых преподавателем пауз;
- 1.5. преподаватель в любой момент практического занятия может помочь студенту, не мешая при этом другим студентам работать самостоятельно;
- 1.6. преподаватель контролирует процесс решения задачи каждым студентом;
- 1.7. в некоторых случаях для решения относительно сложных учебных задач применяется «мозговой штурм».