

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Физический

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана
физического факультета _____

Малышев А.И.

« 30 » августа 2017г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Методы коррозионных испытаний

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 «Физика»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Физика конденсированного состояния

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017

год набора 2017

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы коррозионных испытаний» входит в состав вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору. Преподается в 8 семестре на 4 курсе.

Целями освоения дисциплины являются:

- познакомить с основами теории коррозионных процессов в газовых и жидких средах;
- предоставить общие сведения о состоянии и изменении свойств конструкционных материалов под влиянием техногенных и антропогенных факторов;
- познакомить с основными источниками коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствия коррозионного воздействия;
- научить оценивать характер влияния окружающей среды на закономерности течения коррозионных процессов;
- научить эффективному использованию знаний в области теории коррозионных процессов в газовых и жидких средах для решения практических задач по выбору оптимального химического и фазового состава с целью получения в них требуемого уровня физико-механических свойств;
- научить составлять рекомендации (предписания), позволяющие подбирать методы и режимы коррозионных испытаний металлов и сплавов, научить практическим методам исследования коррозионных свойств металлов и сплавов;
- выработать первичные навыки эффективной практической работы в современном исследовательском оборудовании;
- выработать навыки анализа многофакторных экспериментальных результатов, получаемых при исследовании коррозионных процессов.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Химия», «Физика твёрдого тела», «Химия твердого тела» и «Введение в материаловедение».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знать основы теории коррозии и защиты металлов. Уметь использовать знания различных разделов физики конденсированного состояния, физики металлов, сплавов и керамик и смежных дисциплин для решения типовых (стандартных) задач в области науки о коррозии. Владеть методологией разработки коррозионностойких материалов
ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знать современные тенденции и передовые мировые достижения в области своей профессиональной деятельности (в области науки о коррозии) Уметь применять теоретические знания в области физики металлов и сплавов и науки о коррозии для решения теоретических и экспериментальных задач в профессиональной деятельности, связанной с разработкой новых коррозионностойких материалов с высокими физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками. Владеть навыками работы на современном исследовательском (аналитическом) и технологическом оборудовании, связанном с проведением коррозионных испытаний металлов и сплавов.
ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знать физические и химические принципы и методы исследования коррозии материалов Уметь использовать различные методы исследования материалов Владеть навыками комплексного подхода к исследованию свойств материалов и интерпретации результатов

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 34 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости, 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 182 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное
Тема 1: Введение в науку о коррозии	20	2			2	18
Тема 2: Химическая (газовая) коррозия металлов	25	5			5	20
Тема 3: Исследование влияния содержания легирующих добавок в сплавах на их стойкость к высокотемпературному окислению	22		4		4	18
Тема 4: Электрохимическая коррозия металлов	23	5			5	18
Тема 5: Исследование влияния легирующих добавок в сплавах на их стойкость к электрохимической коррозии	22		4		4	18
Тема 6: Исследование влияния легирующих добавок в сплавах на скорость электрохимической коррозии при помощи тафелевской зависимости	22		4		4	18
Тема 7: Исследование влияния легирующих добавок в сплавах на электрохимические характеристики анодной поляризационной кривой	22		4		4	18
Тема 8: Механизмы коррозионно-механического разрушения конструкционных материалов	22	4			4	18
В т.ч.текущий контроль	2		2		2	
Промежуточная аттестация - Экзамен						

Примечание: Краткое содержание отдельных разделов (тем) дисциплины приведено в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины «Методы коррозионных испытаний».

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогическая форма проведения лекций, элементы научной дискуссии.

Самостоятельная работа студентов связана с применением компьютерных и информационно-коммуникационных технологий.

В преподавании дисциплины (в части семинаров) активно используются интерактивные технологии групповой работы на практических занятиях, когда студенты обсуждают с преподавателем предложенную им задачу (научно-практическую проблему) как индивидуально

(«преподаватель – студент»), так и в ходе группового обсуждения с преподавателем возможных вариантов предложенных студентами решений («преподаватель – группа студентов»). В ходе обсуждения преподаватель может высказывать конструктивные критические замечания к предлагаемым решениям, просить студентов уделить особое внимание какому-нибудь аспекту рассматриваемого явления (обосновать сделанные выводы), а также предложить провести групповое обсуждение рассматриваемой проблемы и прийти к единому мнению.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает активное изучение лекционного материала, основной и вспомогательной учебной литературы, а также соответствующих разделов учебных и учебно-методических пособий, перечень которых приведен в п.7 настоящей рабочей программы дисциплины.

Основной целью самостоятельной работы является подготовка к выполнению лабораторных работ (практических занятий), анализ результатов, полученных в ходе выполнения лабораторных работ, а также решение задач, заданных преподавателем для самостоятельного разбора.

В случае отклонения студента от графика учебного процесса по какой-либо причине, в рамках самостоятельной работы может выделяться время на выполнение той части лабораторной работы, по которой имеет место отставание обучающегося от графика.

Для проведения самостоятельной работы обучающимся предоставляются свободные аудитории, доступ к компьютерной технике и, в случае необходимости, доступ к исследовательскому оборудованию, перечень которого приведен в п.8 настоящей рабочей программы дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Перечень компетенций, включая указание результатов обучения (знаний, умений, владений) приведен в п.2 настоящей Рабочей программы дисциплины.

6.2. Описание шкал оценивания.

При промежуточной аттестации студентов на экзамене используется традиционная семибалльная шкала оценивания (выставления оценки («Плохо», «Неудовлетворительно», «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично», «Превосходно»)), общие критерии выставления оценок по которой определены приказом ректора ННГУ №229-ОД от 10 октября 2002 г., а также рекомендации учебно-методической комиссии физического факультета (см. источник [1] в п.6.5 программы дисциплины):

Оценка	Критерий выставления
Превосходно	Отличная подготовка. Студент самостоятельно решает задачу, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление.
Отлично	Отличная подготовка. Студент отвечает полностью на вопросы билета, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на вопросы допускаются незначительные неточности.
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент показывает хороший уровень знания вопросов билета, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями.
Хорошо	Хорошая подготовка. Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, решает задачу с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя (в рамках билета).
Удовлетворительно	Удовлетворительная подготовка. Студент показывает удовлетворительное знание

	вопросов билета и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя.
Неудовлетворительно	Студент показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий. Задача не решена. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.
Плохо	Подготовка совершенно недостаточна. Последующая пересдача возможна только с комиссией.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование (текущий контроль);
- индивидуальное собеседование (текущий контроль, промежуточная аттестация);
- письменные ответы на вопросы (промежуточная аттестация).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие процедуры и технологии:

- простые практические контрольные задания (задачи) (текущий контроль, промежуточная аттестация);
- индивидуальная или групповая дискуссия с преподавателем при обсуждении возможных вариантов решения поставленных задач (текущий контроль);

Для оценивания результатов обучения в виде владений (оценка навыков) используются следующие процедуры и технологии:

- комплексные практические задания (текущий контроль, промежуточная аттестация);
- практические контрольные задания повышенной сложности (факультативные задачи или практические задания) (текущий контроль).

Критерии и шкалы оценивания сформированности компетенций приведены в п.2.1 Фонда оценочных средств дисциплины « Методы коррозионных испытаний».

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Типовые контрольные задания для текущего и промежуточного (итогового) контроля сформированности компетенций приведены в п.3 Фонда оценочных средств дисциплины « Методы коррозионных испытаний».

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

[1] Морозов О.А., Солдатов Е.А., Чупрунов Е.В. «О примени семибалльной системы оценки уровня знаний студентов на физическом факультете // Вестник ННГУ. Серия «Инновации в образовании». 2005, Выпуск 1(6), с. 105-111.

[2] Приказ ректора ННГУ №229-ОД от 10 октября 2002 г. о введении семибалльной системы оценивания в ННГУ.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Семенова И.В., Хорошилов А.В., Флорианович Г.М. Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И.В. Семеновой. – 2-е изд., перераб и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 376 с. (доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «Znaniy.com»: <http://znaniy.com/bookread2.php?book=256669>)
2. Кайдриков Р.А., Виноградова С.С., Назмиева Л.Р., Егорова И.О. Стандартизованные методы коррозионных испытаний - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011, 150 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/64001.html>]
3. Жарский М.И., Иванова Н.П., Куис Д.В., Свидуневич Н.А. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования. – Минск: Вышэйшая школа, 2012, 303 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/20220.html>]
4. Наумов С.В., Самуилов А.Я. Материаловедение. Защита от коррозии. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012, 84 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/60479.html>]
5. Мирзоев Р.А., Давыдов А.Д. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013, 382 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/43938.html>]

б) дополнительная литература

1. Белоглазов С.М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием – Калининград: Калининградский государственный университет, 2004, 324 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/23960.html>]
2. Кайдриков Р.А., Виноградова С.С., Журавлев Б.Л. Электрохимические методы оценки коррозионной стойкости многослойных гальванических покрытий – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010, 141 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/64046.html>]
3. Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л., Виноградова С.С., Назмиева Л.Р., Исхакова И.О. Электрохимические методы исследования локальной коррозии пассивирующихся сплавов и многослойных систем - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013, 144 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/64045.html>]

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.lib.unn.ru/> - сайт Фундаментальной библиотеки ННГУ.
2. <http://www.unn.ru/books/> - фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ.
3. <https://biblio-online.ru/> - сайт электронной библиотеки «Юрайт», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам дисциплины.
4. <https://e.lanbook.com> – сайт электронно-библиотечной системы «ЛАНЬ», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам дисциплины.
5. <http://www.sciencedirect.com> – сайт международного издательства «Elsevier», публикующего статьи и монографии по актуальным направлениям физики конденсированного состояния и физического материаловедения, совпадающим с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.

6. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - российская научная электронная библиотека «Elibrary», публикующая статьи, тематика которых совпадает с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.
7. <http://znanium.com> – сайт электронно-библиотечной системы «Znanium.com», содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.
8. <http://eqworld.ipmnet.ru/> - сайт электронной библиотеки EqWord, содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Библиотечные залы и компьютерные классы ННГУ и НИФТИ ННГУ, обеспечивающие доступ к Интернет – ресурсам. Для чтения лекций со стороны физического факультета и НИФТИ ННГУ предоставляются аудитории с презентационным оборудованием.

Для освоения дисциплины со стороны НИФТИ ННГУ предоставляется доступ к современному исследовательскому и технологическому оборудованию, необходимому для проведения практических занятий, в том числе:

- Автоматизированный шлифовальный станок Buehler Vector Power Head;
- Трубчатая печь Nabertherm RHTC 80;
- Весы аналитические «Sartorius CPA»;
- Лабораторный комплекс для испытания металлов на общую коррозию при постоянном погружении;
- Вытяжной шкаф ШВ-2/К;
- Магнитная мешалка;
- Потенциостат-гальваностат «Р-30S» с 3-х электродной стеклянной ячейкой и хлорсеребряным электродом сравнения;
- Установка для проведения испытаний металлов на коррозионное растрескивание под напряжением по схеме 3-х точечный изгиб;
- Интерференционный микроскоп Leica DM IRM;
- Комплекс для проведения работ на водородное охрупчивание металлов;
- Установка для испытаний металлов на коррозионную усталость;
- Растровый электронный микроскоп «Jeol JSM-6490»;

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 – «Физика».

Автор (ы)		д.ф.-м.н. Нохрин А.В., д.ф.-м.н., проф. Чувильдеев В.Н. м.н.с. Козлова Н.А.
-----------	--	---

Рецензент (ы)		д.ф.-м.н. профессор Чувильдеев В.Н.
Зав. кафедрой ФМВ		

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета		№ б/н
от « 30 » августа 2017 г.,		

Председатель учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ		Сдобняков В.В.
---	--	----------------

**Краткое содержание основных разделов (тем) дисциплины
«Физика металлов, сплавов и керамик»**

Тема 1: Введение в науку о коррозии

Определение науки о коррозии и защите металлов. Социальные, экологические и экономические аспекты проблемы борьбы с коррозией металлов. Классификация коррозионных процессов. Показатели коррозии.

Решение задач по различным разделам темы №1.

Тема 2: Химическая (газовая) коррозия металлов

Термодинамическая вероятность химического окисления металлов. Основные стадии газовой коррозии металлов. Кинетика газовой коррозии металлов. Механизм химической коррозии. Влияние внутренних и внешних факторов на скорость газовой коррозии. Теория жаростойкого легирования.

Решение задач по различным разделам темы №2.

Тема 3: Исследование влияния содержания легирующих добавок в сплавах на их стойкость к высокотемпературному окислению

Влияния химического состава сплавов на их стойкость к высокотемпературному окислению.

Лабораторная работа по теме №3.

Тема 4: Электрохимическая коррозия металлов

Явления на границе раздела фаз металл-электролит. Термодинамика электрохимической коррозии. Диаграммы Пурбэ. Кинетика электродных процессов. Явление поляризации и деполяризации. Поляризационные кривые. Пассивность металлов. Внутренние факторы электрохимической коррозии. Внешние факторы электрохимической коррозии

Решение задач по различным разделам темы №4.

Тема 5: Исследование влияния легирующих добавок в сплавах на их стойкость к электрохимической коррозии

Влияния легирующих добавок в сплавах на их стойкость к электрохимической коррозии

Лабораторная работа по теме №5.

Тема 6: Исследование влияния легирующих добавок в сплавах на скорость электрохимической коррозии при помощи тафелевской зависимости

Влияния легирующих добавок в сплавах на скорость электрохимической коррозии при помощи тафелевской зависимости

Лабораторная работа по теме №6.

Тема 7: Исследование влияния легирующих добавок в сплавах на электрохимические характеристики анодной поляризационной кривой

Влияния легирующих добавок в сплавах на электрохимические характеристики анодной поляризационной кривой

Лабораторная работа по теме №7.

Тема 8: Механизмы коррозионно-механического разрушения конструкционных материалов

Влияние механических напряжений на скорость коррозии. Влияние коррозионной среды на механические свойства конструкционных материалов. Эффект Ребиндера.

Феноменология процесса коррозионного растрескивания под напряжением. Понятие о времени инкубационного периода и пороговом разрушающем напряжении. Основные модели процесса

КРН: локальное анодное растворение и водородное охрупчивание. Влияние микроструктуры сталей на их склонность к КРН. Проблема определения скорости роста трещин и времени инкубационного периода КРН.

Основные закономерности процесса коррозионно-усталостного разрушения. Физика и механика коррозионно-усталостного разрушения сталей. Влияние коррозионной среды на предел выносливости материалов, скорость роста усталостной трещины и коэффициент интенсивности напряжения. Влияние параметров микроструктуры материалов на их склонность к коррозионно-усталостному разрушению.