

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
 новых производственных
 технологий

А.Н. Яковлев

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Методы тестирования эксплуатационных характеристик
 наноматериалов**

Направление подготовки/ специальность	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Специализация	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

Отделение
материаловедения
ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель ОМ на правах
кафедры ИШНПТ
Руководитель ООП

В.А. Клименов

Преподаватель

О.Л. Хасанов

Г.В. Лямина

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Способен диагностировать и модернизировать эксплуатационные свойства характеристики материалов с учетом наноразмерной составляющей, используя традиционное и современное оборудование и программное обеспечение приборов	И.ПК(У)-2.1	Применяет методики ускоренных коррозионных испытаний (коррозионные диаграммы, микроскопия, гравиметрия) с учетом наноразмерной составляющей	ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом комплексной диагностики коррозионной устойчивости материалов и наноматериалов
				ПК(У)-2.1У1	Умеет оценивать коррозионную устойчивость материалов методами гравиметрии, микроскопии; определять электрохимические параметры коррозии.
				ПК(У)-2.1З1	Знает методики ускоренных коррозионных испытаний; способы сбора электрохимических ячеек, подготовки исследуемым материалов для использования в качестве электродов; способы определения потенциалов и токов коррозии из коррозионных диаграмм; природу процессов пассивации металлов, в том числе наноструктурированных
		И.ПК(У)-2.2	Использует методики тестирования термических свойств материалов (дилатометрия, дифференциальная сканирующая калориметрия) с учетом наноразмерной составляющей	ПК(У)-2.2В1	Владеет опытом диагностики термической устойчивости и термических свойств материалов и наноматериалов
				ПК(У)-2.2У1	Умеет эксплуатировать оборудование, позволяющие исследовать кинетику спекания, коэффициенты линейного расширения; определять термические свойства материалов: КЛТР, степень усадки, температуру спекания, тепловые эффекты материалов
				ПК(У)-2.2З1	Знает устройства дилатометров, условия выбора материалов их оснастки; методики регистрации кривых для определения КЛТР, кинетики спекания керамических и композиционных материалов; влияние природы, структуры и строения материала на тепловое расширение материалов
ОПК(У)-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	И.ОПК(У)-5.5	Представляет критериальные аналитические обзоры в области диагностики эксплуатационных свойств наноматериалов, удовлетворяющие требованиям новизны, объективности, доказательности	ОПК(У)-5.5В1	Владеет опытом составления аналитических критериальных обзоров по диагностики коррозионной и термической устойчивости наноматериалов
				ОПК(У)-5.5У1	Умеет определять критерии эффективности научных разработок в области диагностики электрохимических и термических свойств наноматериалов
				ОПК(У)-5.5З1	Знать современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом, содержащие данные по эксплуатационным свойствам материалов и наноматериалов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Выполняет комплексные коррозионные испытания наноструктурированных металлов и сплавов	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Оценивает коррозионную устойчивость наноматериалов по кривым изменения массы и изменениям морфологии поверхности	И.ПК(У)-2.1
РД 3	Рассчитывает электрохимические параметры по диаграммам коррозии: потенциалы и токи коррозии, равновесные потенциалы восстановителя и окислителя	И.ПК(У)-2.1
РД 4	Применяет знания классификации коррозионных процессов при описании экспериментальных результатов	И.ПК(У)-2.1
РД 5	Применяет знания окислительно-восстановительных процессов, происходящих на границе раздела металлов с растворами электролитов и природы процессов пассивации металлов, в том числе наноструктурированных, при описании экспериментальных результатов	И.ПК(У)-2.1
РД 6	Применяет знания способов сбора электрохимических ячеек и подготовки исследуемым материалов для использования в качестве электродов при проведении экспериментальных работ по диагностике коррозионной устойчивости	И.ПК(У)-2.1
РД 7	Выполняет комплексные исследования термических свойств и термической устойчивости наноматериалов	И.ПК(У)-2.2
РД 8	Получает кривые спекания и зависимости линейного расширения образцов на dilatометре для наноструктурной керамики	И.ПК(У)-2.2
РД 9	Определяет параметры оценки термических свойств материалов и наноматериалов: КЛТР, степень усадки, температуру спекания, тепловые эффекты процессов	И.ПК(У)-2.2
РД 10	Применяет знания устройства dilatометра и выбора материалов иго оснастки при проведении экспериментальных исследований по изучению термического поведения материалов и наноматериалов	И.ПК(У)-2.2
РД 11	Применяет знания механизмов термического расширения кинетики процессов спекания при интерпретации экспериментальных данных	И.ПК(У)-2.2
РД 12	Представляет критериальные аналитические обзоры в области диагностики эксплуатационных свойств наноматериалов	И.ОПК(У)-5.5
РД 13	Определяет критерии эффективности научных разработок в области диагностики электрохимических свойств наноматериалов	И.ОПК(У)-5.1
РД 14	Определяет критерии эффективности научных разработок в области диагностики термических свойств наноматериалов	И.ОПК(У)-5.5
РД 15	Знает современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом, включая Интернет-ресурсы, содержащие данные по коррозии материалов и наноматериалов	И.ОПК(У)-5.5
РД 16	Знает современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом, включая Интернет-ресурсы, содержащие данные по термическим свойствам керамических материалов	И.ОПК(У)-5.5

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Оценка коррозионной устойчивости материалов	РД1	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
	РД2	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
	РД3	Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	16
	РД4	Лекции	2
		Самостоятельная работа	2
	РД5	Лекции	4
		Самостоятельная работа	10
	РД6	Лекции	4
		Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 2. Диагностика термических свойств наноматериалов	РД 7	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
	РД 8	Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	8
	РД 9	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	8
	РД 10	Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	2
	РД 11	Лекции	4
		Самостоятельная работа	4
	РД 12	Практические занятия	4
	РД 14	Самостоятельная работа	21
	РД 16	Самостоятельная работа	21

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. ОЦЕНКА КОРРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Темы лекций:

1. Общие сведения о коррозии. Виды коррозии. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия металлов. Электрохимическая коррозия. Катодные процессы при коррозии (кислородная и водородная деполяризация). Ряд термодинамической стабильности металлов. Коррозия металла имеющего включения другого металла. Методы защиты от коррозии. (2 часа)

2. Общая характеристика методов оценки коррозионной устойчивости

Способы выражения скорости коррозии. Через число частиц, реагирующих на единице поверхности. Через среднюю толщину слоя. Объемные методы измерения скорости.

¹ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

Выражение скорости через единицы плотности тока. (2 часа)

3. Методическое оформление ускоренных коррозионных испытаний. Электрохимические методы оценки коррозионной устойчивости

Потенциодинамический метод. Кинетика анодных реакций. Стадийное протекание анодного окисления металлов. Анодное растворение металлов при больших анодных поляризациях. Катодное восстановление окислителей. Поляризационные кривые, описывающие восстановление кислорода в водном растворе на поверхности корродирующего металла. Типы поляризационных диаграмм. Диаграммы Пурбе. (6 часов)

Темы практических занятий:

1. Электрохимические параметры по диаграммам коррозии: потенциалы и токи коррозии, равновесные потенциалы восстановителя и окислителя (6 часов)
2. Анализ диаграмм Пурбе (2 часа)
3. Критериальный анализ научных разработок в области применения наноматериалов против коррозии (4 часа)
4. Критериальный анализ научных разработок в области коррозии наноматериалов (4 часа)

Названия лабораторных работ:

Коррозионное поведение микро и наноструктурных металлов (сплавов). (8 часов)

Раздел 2. ДИАГНОСТИКА ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Темы лекций:

1. **Термические методы анализа.** Термические свойства материалов и наноматериалов. Термогравиметрический анализ, дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК). (4 часа)
2. **Дилатометрический метод исследования. Характеристика метода.** Определение изменений длины образцов при нагреве и охлаждении или при изотермической выдержке. Температурный контроль в дилатометре. Определение коэффициента теплового расширения и изучения фазовых превращений в материалах. Изучение процессов спекания материалов (2 часа)

Темы практических занятий:

1. Расшифровка ТГ-. ДСК-кривых материалов (8 часов)
2. Применение термического анализа для определения термодинамических свойств веществ. (4 часа)
3. Критериальный анализ научных разработок в области изучения термических свойств наноструктурных керамик (4 часа)

Названия лабораторных работ:

Изучение дилатометрических кривых расширения и спекания наноструктурных материалов (8 часов)

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом
- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по теме индивидуального проекта
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);

- Структурирование и создание презентаций по теме индивидуального проекта
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку (отрицательный коэффициент линейного расширения, импедансная спектроскопия)
- Описание экспериментальных результатов и оформление отчета (2 шт)
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен);

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Лямина Г. В., Вайтулевич Е. А. , Божко И. А. , Панина (Сон) А. А. Методы диагностики эксплуатационных свойств материалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. В. Лямина [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m127.pdf>

2. Божко И.А., Иванов Ю.Ф., Качаев А.А., Вайтулевич Е.А. , Лямина Г.В. Методы исследования структуры и свойств керамических материалов: Учебное пособие. - Томск: ТПУ, 2013 - 93 с. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m208.pdf>

Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Автоматизированная установка для измерения комплексного коэффициента теплового расширения полимеров методом модуляционной дилатометрии / Ю. И. Поликарпов, А. И. Слуцкер, Д. Д. Каров и др. // *Приборы и техника эксперимента* / Российская академия наук . — 2004 . — № 3 . — с. 139-145 . — Библиогр.: 10 назв.. — ISSN 0032-8162 .
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cprd%5C86497>

2. Скорчеллетти, Владимир Владимирович. Коррозия и защита металлов : руководство к лабораторным работам / В. В. Скорчеллетти; Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина. — Ленинград: Изд-во ЛПИ, 1970. — 68 с.: ил.. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C105061>

3. Гладштейн, Владимир Исаакович. Микроповреждаемость металла высокотемпературных деталей энергооборудования / В. И. Гладштейн. — Москва: Машиностроение, 2014. — 364 с.: ил.. — Библиогр.: с. 346-359.. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C271806>

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Лямина, Г. В. Тестирование эксплуатационных характеристик наноматериалов : электронный курс [Электронный ресурс] / Г. В. Лямина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт физики высоких технологий (ИФВТ), Кафедра наноматериалов и нанотехнологий (НМНТ). — Электрон. дан.. — Томск: ТПУ Moodle, 2014. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/course/info.php?id=80>

2. <http://www.sciencedirect.com/science/journals>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip;
Adobe Acrobat Reader DC;

Adobe Flash Player;
 AkelPad;
 Cisco Webex Meetings;
 Document Foundation LibreOffice;
 Google Chrome;
 Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
 Mozilla Firefox ESR;
 ownCloud Desktop Client;
 Tracker Software PDF-XChange Viewer;
 WinDjView; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 203	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 039	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Дифрактометр рентгеновский Shimadzu XRD-7000S - 1 шт.; Компрессор поршневой Aircraft Mobilboy 311/50 - 1 шт.; Высокотемпер.печь СВК5163 - 1 шт.; Сканирующая зондовая нанолаборатория NT-MDT Ntegra Aura - 1 шт.; Высокотемпературный вакуумный дилатометр NETZSCH DIL 402 E/7/G-Py - 1 шт.; Высокотемпературная вакуумная печь Nabertherm LHT 02/18 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест Компьютер - 4 шт.; Принтер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 210	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 211	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Настольный pH-метр ST3100-F - 1 шт.; Дозатор DragonLab переменного объема 100-1000 мкл - 1 шт.; Дозатор PIPETTE перем. объема 1000-5000 мкл - 1 шт.; Нано-распылительная сушилка BUCHI Nano Spray Dryer B-90 - 1 шт.; Кондуктометр S30-K Seven Easy с штативом для электрода - 1 шт.; Баллон стальной ГОСТ 949-73 - 1 шт.; Высокотемпературная атмосферная печь LAC VP 20/17 - 1 шт.; Термостат TC-1/80 СПУ - 1 шт.; Центрифуга - 1 шт.; Центрифуга ОПН-12 с двумя роторами - 1 шт.; Электрофоретическая камера Model 111 Mini IEF Cell - 1 шт.; Дозатор Термо Фишер Сайентифик "Лайт" переменного объема (неавтоклавируемые) - 1 шт.; Гомогенизатор универсальный для пробирок 2-50мл Ultra-Turrax Tube Drive.IKA - 1 шт.; Центрифуга для разделения суспензий Eppendorf 5702 - 1 шт.; Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом - 1 шт.; Вентилятор канальный ВК 200Б - 2 шт.; Спектрофотометр Appl PD-303 - 1 шт.; Магнитная мешалка ПЭ-6100 без подогрева - 1 шт.; Магнитная мешалка BioSan MS-3000 - 1 шт.; Вортекс лабораторный универсальный ХН-D (2800 об/мин/50Вт) - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
----	--	--

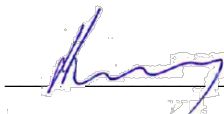
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	Г.В. Лямина

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения ИШНПТ (протокол № 35 от 29.06.2020).

Руководитель выпускающего отделения,
д.т.н, профессор

 /В.А. Клименов/