

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 25.04.2024 16:36:35  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины:	Процессы обработки и модификации наноматериалов
направление подготовки:	28.03.03 Наноматериалы
направленность (профиль):	Наноматериалы
форма обучения:	очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Общей и физической химии

Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023\_\_ г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** изучение структурных и фазовых превращений наноматериалов при термических воздействиях и технологических способах получения необходимых структуры и свойств.

Задачи дисциплины:

- привитие навыков анализа фазовых превращений наноматериалов,
- изучение особенности технологии термической и химико-термической обработки, основные процессы и методы получения требуемых структур.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Процессы обработки и модификации» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

### знание

- анализа изменений структуры и свойств, вызываемых тепловым воздействием на материал, структурным изменениям, как рекристаллизация, мартенситное превращение, распад твердого раствора, гомогенизация и др., которые особенно часто встречаются при термообработке разных наноматериалов;
- теоретических и практических основ по теории процессов обработки и модификации наноматериалов;

### умения

- строить модели и оптимизировать параметры состав-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств;
- выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов

### владение

- процессами обработки и модификации наноматериалов на основе новых высоких достижений современного материаловедения.

Содержание дисциплины «Процессы обработки и модификации наноматериалов» служит основой для сдачи государственного экзамена и выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Знать: З1 основные виды моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории обработки и модификации наноматериалов
		Уметь: У1 строить модели и оптимизировать параметры состав-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
		решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства
		Владеть: В1 теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений.
ПКС-3 Определять механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания	ПКС-3.1. Определяет механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, учитывая влияние на экологию	Знать: З2 свойства наноматериалов и наносистем, учитывая влияние на экологию
		Уметь: У2 определять свойств наноматериалов и наносистем, учитывая влияние на экологию
		Владеть: В2 навыками работы с наноматериалами и наносистемами, учитывая влияние на экологию
	ПКС-3.2. Оценивает структуру и фазовый состав наноматериалов и наносистем, включая стандартные и сертификационные испытания	Знать: З3 структуру и фазовый состав наноматериалов и наносистем, включая стандартные и сертификационные испытания
		Уметь: У3 оценивать структуру и фазовый состав наноматериалов и наносистем, включая стандартные и сертификационные испытания
		Владеть: В3 навыками проведения стандартных сертификационных испытаний

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	4/7	30	-	30	48	36	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Все го, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	До - и рекристаллизационная термическая обработка	2	-	6	5	18	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Индивидуальные задания лабораторная работа
2.	2	Аустенизация	2	-	6	5	23	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Индивидуальные задания лабораторная работа
3.	3	Мартенситное превращение и превращение при отпуске	3	-	6	5	21	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Индивидуальные задания лабораторная работа

4.	4	Технологические особенности нагрева и охлаждения	3	-	4	5	16	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Индивидуальные задания лабораторная работа
5.	5	Технологии термической обработки	10	-	4	14	33	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Индивидуальные задания лабораторная работа
6.	6	Особенности структур цветных сплавов подвергнутых различной ТО	10	-	4	14	33	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Индивидуальные задания лабораторная работа
7.	1-6	Экзамен	-	-	-	36	36	УК-1.3; ПКС-3.1; ПКС-3.2.	Вопросы к экзамену
Итого:			30	-	30	84	144		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### Раздел 1.«Вводная часть. До - и рекристаллизационная термическая обработка».

Отжиг I рода. Диффузионный отжиг (гомогенизация). Изменение структуры и свойств сплавов при холодной деформации. Дорекристаллизационный отжиг. Рекристаллизационный отжиг. Механизм зарождения центров рекристаллизации. Текстуры первичной и собирательной рекристаллизации. Природа текстуры рекристаллизации. Размер зерна в отожженном металле. Изменение свойств металла при холодной деформации. Плотнейшие упаковки атомов. Анизотропия свойств холоднодеформированного металла. Дефекты упаковки в ГЦК решетке. Режимы отжига I рода

#### Раздел 2.« Аустенизация».

Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Влияние типа межфазных границ на фазовые превращения. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Образование аустенита при нагреве. Размер зерна аустенита. Диффузионное превращение аустенита при охлаждении. Превращение аустенита в до- и заэвтектоидных сталях. Разновидности отжига сталей. Отжиг чугунов

#### Раздел 3. «Мартенситное превращение и превращение при отпуске».

Закалка. Мартенситное превращение в углеродистых сталях. Температура начала мартенситного превращения  $M_n$  Механизм мартенситного превращения. Условия реализации мартенситного и нормального превращений. Кристаллогеометрические соотношения при мартенситном превращении. Инвариантность габитусной плоскости и дополнительная деформация при мартенситном превращении. Зародыши мартенсита. Микроструктура и субструктура мартенсита. Кинетика мартенситного превращения. Изменение свойств при мартенситном превращении. Отпуск. Отпускная хрупкость. Старение.

#### Раздел 4. «Технологические особенности нагрева и охлаждения»

Окисление и обезуглероживание при нагреве. Контролируемые атмосферы. Охлаждение при термической обработке. Напряжения и деформации при термической обработке. Особенности термической обработки при электронагреве.

#### Раздел 5. «Технологии термической обработки»

Индукционная закалка с нагревом т.в.ч. Технология поверхностной закалки. Технология объемно-поверхностной закалки. Отпуск при поверхностной и объемно-поверхностной закалке. Контроль качества термической обработки. Химико-термическая обработка. Термическая обработка улучшаемых конструкционных сталей. Термическая обработка рессорно-пружинных сталей. Термическая обработка инструментальных сталей. Предварительная термическая обработка инструментальных сталей. Упрочняющая термическая обработка инструментальных сталей.

Дополнительная термическая обработка после шлифования и заточки.

Раздел 6. «Особенности структур цветных сплавов подвергнутых различной ТО»

Технология и режимы проведения ТО цветных сплавов. Изменения структуры и свойств в зависимости от применяемых технологий и режимов термической обработки.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	2	-	-	Введение в дисциплину Виды отжигов.
2.	2	2	-	-	Холодная деформация. Изменение структуры при рекристаллизации Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии Образование аустенита при нагреве Превращение аустенита
3.	3	3	-	-	Закалка. Отпуск Изменения при мартенситном превращении Кристаллогеометрические соотношения при мартенситном превращении Сущность и назначение старения. Охлаждение при термической обработке
4.	4	3	-	-	Напряжения и деформации при термической обработке
5.	5	10	-	-	Химико-термическая обработка. Термическая обработка улучшаемых конструкционных сталей.
6.	5	10	-	-	Поверхностная закалка с нагревом током высокой частоты
7.	1-6	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		30	-	-	

### Практические занятия

Практические работы учебным планом не предусмотрены.

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	2	6	-	-	Изучение структуры и свойств цементованных деталей
2.	2	6	-	-	Изучение структуры и свойств азотированных деталей
3.	3	6	-	-	Текстура деформации и рекристаллизации Структура и свойства теплостойких инструментальных сталей
4.	3	4	-	-	Структура и свойства нетеплостойких инструментальных сталей
			-	-	Структура и свойства инструментальных сталей после упрочняющей термической обработки
5.	3,4	4	-	-	Ориентационные соотношения Курдюмова – Закса
6.	4,5	4	-	-	Определение критической степени деформации и температуры рекристаллизации сталей Разработка технологии термической обработки деталей

7.	1-6	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		30	-	-	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1.	1	5	-	-	Подготовка к теме: Изучение структуры и свойств наноматериалов	Изучение теоретического материала по разделу
2.	2	5	-	-	Подготовка к теме: Текстура деформации и рекристаллизации	Изучение теоретического материала по разделу
3.	3	5	-	-	Подготовка к теме: Структура и свойства инструментальных сталей после упрочняющей термической обработки	Изучение теоретического материала по разделу
4.	4	5	-	-	Подготовка к теме: Разработка технологии термической обработки деталей	Изучение теоретического материала по разделу
5.	5	14	-	-	Подготовка к теме: Структура и свойства материалов подвергнутых различной ТО и старению	Изучение теоретического материала по разделу
6.	6	14	-	-	Подготовка к теме: Структура и свойства материалов подвергнутых различной ТО и старению	Изучение теоретического материала по разделу
7.	1-6	36	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		84				

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия).

### 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

### 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

### 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы
<b>1 текущая аттестация</b>		
1	Выполнение лабораторной работы «Изучение структуры и свойств наноматериалов»	10
2	Индивидуальные задания по лекционному материалу	20
<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию:</b>		<b>30</b>
<b>2 текущая аттестация</b>		
3	Выполнение лабораторной работы «Текстура деформации и рекристаллизации»	10
4	Выполнение лабораторной работы «Структура и свойства инструментальных сталей после упрочняющей термической обработки»	10
5	Индивидуальные задания по лекционному материалу	10
<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию:</b>		<b>30</b>
<b>3 текущая аттестация</b>		
6	Выполнение лабораторной работы: «Разработка технологии термической обработки деталей»	10
7	Выполнение лабораторной работы: «Структура и свойства материалов подвергнутых различной ТО и старению»	10
8	Индивидуальные задания по лекционному материалу	20
<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию:</b>		<b>40</b>
<b>ВСЕГО:</b>		<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Проспект»;
- ЭБС «Консультант студент».

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Office Professional Plus;
- Windows 8.1

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплин

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно

	программы	наглядных пособий	указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Процессы обработки и модификации наноматериалов	<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p><i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы, стулья компьютер в комплекте– 1 шт. Световые микроскопы - 1 комплект, Микротвердомеры - 1 комплект, Твердомеры - 1 комплект, Телевизионная панель - 1 шт.</p>	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 102а.
		<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p><i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы, стулья компьютер в комплекте– 1 шт. Световые микроскопы - 1 комплект, Микротвердомеры - 1 комплект, Твердомеры - 1 комплект, Телевизионная панель - 1 шт.</p>	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 102а.
		<p><i>Лабораторные занятия</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p><i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы, стулья. Компьютер в комплекте – 4 шт. Дифрактометр рентгеновский ДРОН-7 - 1 шт., Микроскоп электронный растровый Jeol – 650 - 1 шт., Спектрометр ДФС – 71 - 1 шт.</p>	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 108.

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

**Пучково-плазменные технологии обработки материалов.** Лабораторный практикум: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.И. Пушкарев, Ю.И. Исакова. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2014. — 195 с. - Электронная библиотека ТИУ. - Текст: непосредственный

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

**Покрyтия тройными и бинарными сплавами с универсальными свойствами :** монография. Часть 1 / В. В. Шмидт, И. Г. Жихарева, В. П. Щипанов ; ТВВИКУ. - Тюмень : ТВВИКУ, 2019. - 169 с. : ил. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Электронная библиотека ТИУ.

- Библиогр.: с. 167.

Режим доступа: [http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_plus/cgiirbis\\_64\\_ft.exe?](http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?)

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Процессы обработки и модификации наноматериалов

Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы;

Направленность (профиль): Наноматериалы

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК – 1	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Знать: З1 основные виды моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории обработки и модификации наноматериалов	Не знает основные виды моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории обработки и модификации наноматериалов	Демонстрирует отдельные знания основных видов моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории обработки и модификации наноматериалов	Демонстрирует достаточные знания основных видов моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории обработки и модификации наноматериалов	Демонстрирует исчерпывающие знания основных видов моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории обработки и модификации наноматериалов
		Уметь: У1 строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства	Не умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства	Умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства, допуская ряд ошибок	Умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства
		Владеть: В1 теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений.	Не владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений.	Владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений, допуская ряд ошибок.	Владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений, допуская незначительные неточности	В совершенстве владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений.



**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина – Процессы обработки и модификации наноматериалов

Код, направление подготовки – 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль): Наноматериалы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Сироткин, Олег Семенович. Основы материаловедения [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки в области техники и технологии / О. С. Сироткин. - Москва : КноРус, 2015. - 262 с.	20	25	100	-
2	Пушкарев, А.И. Пучково-плазменные технологии обработки материалов. Лабораторный практикум: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.И. Пушкарев, Ю.И. Исакова. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2014. — 195 с.	25	25	100	+
3	Андреевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 255 с.	25	25	100	+

ЭР\* – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>