

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

УТВЕРЖДАЮ

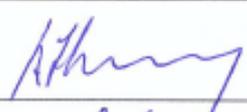
Директор Инженерной школы новых  
 производственных технологий

А.Н. Яковлев

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Теория строения материалов		
Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов	
Специализация	<b>Наноструктурные материалы</b>	
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат	
Курс	3 семестр 6	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	8
	Лабораторные занятия	8
	ВСЕГО	<b>32</b>
	Самостоятельная работа, ч	76
	<b>ИТОГО, ч</b>	<b>108</b>

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	Отделение материаловедения ИШНПТ
Заведующий кафедрой - руководитель ОМ на правах кафедры ИШНПТ			Клименов В.А.
Руководитель ООП			Ваулина О.Ю.
Преподаватель			Зенин Б.С.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код результата освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-4	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Р10	ПК(У)-4.В6	Владеет способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
			ПК(У)-4.У6	Умеет определять условия устойчивого и неустойчивого состояния систем, равновесных и неравновесных фазовых переходов
			ПК(У)-4.36	Знает условия формирования различных фаз (твердые растворы, промежуточные соединения, упорядоченные твердые растворы)

## 2. Место дисциплины 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:

Теория строения материалов		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять на практике знания общих законов термодинамики при анализе условий образования и областей существования различных фаз.	ПК(У)-3
РД-2	Строить теоретические диаграммы состояний сплавов с учетом, равновесных и неравновесных фазовых переходов, необходимые при создании материалов с заданными свойствами.	ПК(У)-3
РД-3	Использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, целенаправленно изменять свойства за счет внешнего воздействия	ПК(У)-4

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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Структура и свойства материалов	РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Физико-химические основы материаловедения	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Поверхность твердого тела	РД-1	Лекции	2
Раздел 4. Термодинамика процесса кристаллизации	РД-3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	6
		Лекции	4
		Практические занятия	2
Раздел 5. Диффузия	РД-1 РД-2	Самостоятельная работа	14
		Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
Раздел 6. Теория сплавов	РД-2, РД-3	Самостоятельная работа	14
		Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
Раздел 7. Новые материалы	РД-3	Самостоятельная работа	10
		Лекции	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14

### Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Структура и свойства материалов

*В разделе представлена основная задача дисциплины, показать, что свойства материалов определяются их структурой и химическим составом. Показано, как за счет специального воздействия на примере одного материала можно изменять его структуру, а значит, и регулировать его свойства. Показан пример построения иерархии структур материалов.*

#### Темы лекций:

1. Введение. Цели и задачи освоения дисциплины. Структурные виды материалов. Иерархия структур материалов.

#### Темы практических занятий:

1. Структура материала и как ее можно изменить.
2. Кристаллические структуры.

#### Раздел 2. Физико-химические основы материаловедения

*В разделе с позиций термодинамики рассматривается поведение систем, их состояния, переходы из одного в другое. Показано, как эти переходы контролируются такими важными параметрами систем как энергия, энтропия, свободная энергия и др.*

#### Темы лекций:

1. Способы описания состояния макроскопической системы. Термодинамика поведения системы. Параметры системы. Энергия системы. Энергия активации перехода.
2. 1-й закон термодинамики. Изменение энергии системы. Теплота. Работа. 2-ой закон

термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии. Свободная энергия.

3. Условия равновесия в сплавах. Химический потенциал. Правило фаз Гиббса. Геометрическая термодинамика. Основные положения.

**Темы практических занятий:**

1. Условия перехода системы из одного состояния в другое. Энергия активации перехода.
2. Условия равновесия и направление перехода в изолированной системе.

Условия равновесия и направление перехода в неизолированной системе.

3. Построение диаграмм состояния на основе экспериментальных данных и на основе теоретических расчетов.

### **Раздел 3. Поверхность твердого тела**

*В разделе рассматриваются особенности строения поверхности твердого тела, энергетические характеристики состояния поверхности на атомном уровне, модель поверхности, физическая и химическая адсорбция.*

**Темы лекций:**

1. Особенности энергетического состояния поверхности. Определение поверхности и ее характеристики. Физические неоднородности. Модель поверхности. Энергия связи атомов с кристаллической решеткой. Химические неоднородности.

**Темы практических занятий:**

1. Поверхностная энергия. Физическая и химическая адсорбция. Модель Ленарда-Джонсона.

### **Раздел 4. Термодинамика процесса кристаллизации**

*В разделе рассматриваются Энергетические условия кристаллизации с позиций законов термодинамики. Фазовый переход системы в целом с одной стороны и образование и рост отдельного зародыша кристалла с другой. Такой подход помогает понять механизмы процесса вторичной кристаллизации, образование метастабильных фаз, аморфного состояния.*

**Темы лекций:**

1. Кристаллизация. Кривые нагрева и охлаждения. Скорость нагрева и охлаждения. Энергетические условия кристаллизации. Степень переохлаждения. Кинетика процесса кристаллизации.

2. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость зарождения центров кристаллизации и линейная скорость роста кристаллов. Размер и форма образующихся кристаллов.

3. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов. Принцип структурного и размерного соответствия. Вторичная кристаллизация. Направленная кристаллизация. Выращивание монокристаллов

**Темы практических занятий:**

1. Механизм кристаллизации Чернова и Таммана. Скорость зарождения центров кристаллизации и линейная скорость роста кристаллов.

2. Зародышеобразование. Энергия активации и критический размер зародыша. Кинетика кристаллизации.

3. Аморфные материалы. Металлические стекла, условие получения. Уравнение Колмогорова. Кинетические кривые Т-В-П.

### **Раздел 5. Диффузия**

*В разделе рассматривается коллективное поведение атомов в кристаллической решетке при специфических условиях – наличии градиента концентрации Показана возможность количественного описания процесса диффузии – распределение диффундирующего элемента по глубине объема при заданных условиях по температуре и времени процесса.*

**Темы лекций:**

1. Диффузия. Общая характеристика. Уравнения Фика и их решение.
2. Коэффициент диффузии. Распределение диффундирующего элемента по глубине.

**Темы лабораторных работ:**

1. Влияние внешних условий на процесс диффузии.

**Раздел 6. Теория сплавов**

*В разделе проведен обзор основных видов диаграмм состояний двойных систем. Анализируются условия образования и пределы существования различных фаз (твердых растворов, химических соединений, промежуточных фаз) с позиций электронной структуры или свободной энергии рассматриваемых фаз.*

**Темы лекций:**

1. Диаграммы состояния (ДС) двойных систем. ДС и свойства сплавов по Курнакову.
2. Твердые растворы замещения и внедрения. Предел растворимости. Правила Юм-Розери (размерный фактор, образование промежуточных соединений, электронная концентрация).
3. Упорядочение в твердых растворах. Типы сверхструктур. Условие упорядочения.

**Темы лабораторных работ:**

1. Диаграммы состояния (ДС) тройных систем.
2. Размерный фактор в сплавах, закон Вегарда, отклонение от закона Вегарда.
3. Температурное и концентрационное разупорядочения. Дальний и ближний порядок. Параметр дальнего и ближнего порядка.

**Раздел 6. Новые материалы**

*В разделе представлены новые классы перспективных материалов. Рассмотрены особенности их структуры, показано, как такая структура позволяет обеспечить специфические свойства, привлекающие потребителя и обещающие широкое будущее таким материалам.*

**Темы лекций:**

1. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах. Релаксационные процессы и явления. Виды физических состояний полимеров.
2. Композиционные материалы. Виды матричных и армирующих компонентов и их роль. Условия оптимального сочетания различных компонентов.
3. Наноструктурные материалы. Масштабные уровни.

**Темы лабораторных работ:**

1. Виды и структура керамических материалов.
2. Градиентные материалы. Материалы с непрерывным изменением структуры. Слоистые материалы.
3. Интеллектуальные материалы.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен).

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**6.1. Учебно-методическое обеспечение**

**Основная литература**

1. Гуляев, А. П.. Металловедение : учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. — 7-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Альянс, 2012. — 644 с.: ил.. — Библиография в конце

глав. — Предметный указатель: с. 637-643.. — ISBN 978-5-903034-98-7.Схема доступа <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C237275>

2. Лахтин, Юрий Михайлович Материаловедение : учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. — 4-е изд., перераб.. — Москва: Альянс, 2009. — 528 с.: ил.. — Библиогр.: с. 521. Схема доступа <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C121078>

3. Земсков, Ю. П.. Материаловедение : учебное пособие [Электронный ресурс] / Земсков Ю. П.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 188 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-3392-6. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/113910> (контент)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Научно-техническая библиотека ТПУ. <https://www.lib.tpu.ru/>
2. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

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 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

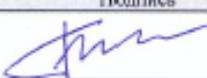
## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 144	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Наноструктурные материалы» (прием 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Б.С. Зенин

Программа одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017 г. № 4).

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ  
на правах кафедры ИШНПТ

  
/В.А. Клименов/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании Отделения (протокол)</b>
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	№19/1 от 01.07.2019 г.