

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика и химия наноструктурированных материалов  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)  
Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	<b>16</b>
Лабораторные		
Практические	16	<b>16</b>
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	<b>0,25</b>
Контактная работа	32,25	<b>32,25</b>
Самостоятельная работа	39,75	<b>39,75</b>
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент кафедры НМиМ, к.т.н. Тюрков М.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024\_ г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Нанотехнологии, материаловедение и механика»

---

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью дисциплины является – ознакомление студентов в рамках обзора различных классов материалов, органических и биологических объектов в наносостоянии с основными принципами и явлениями физико-химии наноструктурированных материалов и закладка фундамента более углубленного изучения нанотехнологий в рамках дальнейшей специализации.

### **Задачами дисциплины**

в изложении важных и известных явлений и представлений об использовании этих явлений в современных областях физики, химии, биологии и медицине, в формировании научных понятий необходимых для работы с наноматериалами и нанотехнологиями в профессиональной деятельности, являются:

1. Рассмотрение принципиальных, фундаментальных понятий нового междисциплинарного направления.
2. Рассмотрение различных классов материалов, органических и биологических объектов в наносостоянии.
3. Изучение основных принципов и явлений физико-химии наноструктурированных материалов с рассмотрением использования этих принципов и явлений в современных областях физики, химии, биологии и медицине.

## **2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: при изучении данного курса необходимо знание математики, общей физики, химии, квантовой химии, физики конденсированного состояния.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: материаловедение, технология современных материалов, методология выбора материалов.

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
- способность 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 (ПК-4)		Знать: современные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации
		Уметь: использовать методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов) для анализа структуры веществ, в том числе наноматериалов
		Владеть: навыками использования современных методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)
- способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)		Знать: способы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
		Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
		Владеть: способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро-и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
					БРС		
1. Особенности нано структуры	Лек Лаб Пр Ср	Общая характеристика наносостояния. Технологии синтеза наноматериалов. Классификация и анализ известных методов получения УДП. Механизм формирования нанокристаллического и аморфного состояния. Физико-химические методы. Сравнительная оценка существующих методов получения ультрадисперсных материалов.	7	4  4 10		2	Устный опрос (собеседование)
2. Фундаментальные свойства наноматериалов	Лек Лаб Пр Ср	Поверхностная энергия и её анизотропия. Реконструкция и релаксация поверхностей. Обработка поверхности и условия сохранения её свойств. Технология пленок и покрытий. Общая характеристика фундаментальных свойств наноматериалов. Размерные эффекты. Электронное строение. Электронные состояния для трехмерных, двумерных, одномерных и нульмерных структур. Металлы и полупроводники в нанокристаллическом состоянии. Квантовые точки. Поверхностные состояния. Роль дефектов, изменение координационного числа. Механические свойства. Влияние размера зерен на механические свойства материалов. Закон Холла-Петча и "анти-Холл-Петч". Механические свойства некоторых наноматериалов, полученных методами компактирования. Кривые напряжение-деформация в зависимости от размера зерна для медных образцов. Возникновение ротационных мод деформации. Расчетные модели структуры наномеди до и после	7	6  6 15		2	Устный опрос (собеседование)

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
					БРС		
		деформации. Реакционная способность и катализ. Изменение потенциала ионизации и реакционной способности. Осциллирующий характер реакционной способности нанокластеров. Тип и характер химпревращений для кластеров разного размера. Заключительные замечания о возможной модели наносостояния. Структура и особенности.					
3. Термодинамические параметры наносостояния и его устойчивость	Лек Лаб Пр Ср ПА	Фононный спектр и термодинамические свойства. Значение теплоемкости для материалов в различных состояниях. Фактор Дебая-Валлера как функция размера частиц. Зависимость температуры плавления от размера наночастиц. Фазовые равновесия и термодинамика. Значение поверхностного натяжения на границах зерен некоторых наноматериалов. Тепловые эффекты (энтальпия $\Delta H$ , точка плавления). Изотермы адсорбции водорода. Десорбция. Аллотропические и полиморфные превращения при изменении размера. Стабильность. Рост зерен и диффузия. Параметры самодиффузии некоторых нано кристаллических и крупнокристаллических образцов. Фазовая и химическая устойчивость сплавов в наносостоянии. Термодинамический и кинетический аспект. Химпотенциал поверхности как движущая сила фазового расслоения сплава в наносостоянии. Общая характеристика основ технологии и применения многофункциональных наноматериалов.	7	6  6 14,75 0,25		2	Устный опрос (собеседование)
Итого:					72		

## **5. Образовательные технологии**

В настоящем курсе используются следующие образовательные технологии:

1. Технология традиционного обучения (потокное консультирование, практические занятия, самостоятельная работа).
2. Интерактивные технологии (лекция – беседа, семинар – дискуссия)

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Дидактические единицы, предусмотренные рабочей программой на самостоятельную проработку, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Конспектирование наиболее сложные для понимания темы необходимо сочетать с получением письменных, а при возможности, и очных устных консультаций преподавателя.

При подготовке к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронной библиотекой ВУЗа, получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки ВУЗа, так и иных электронных библиотечных систем. При необходимости студенты могут взять литературу на кафедре или на абонементе вузовской библиотеки в печатном виде, а также воспользоваться читальными залами.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-4	<i>Собеседование по темам модуля №№ 1-3.</i>  <i>Собеседование по темам практических работ №№ 3-5.</i>  <i>Вопросы для зачета №№ 1-30.</i> <i>Комплект материалов для зачета: вопросы №№ 1-50.</i>
7	ПК-6	<i>Собеседование по темам практических работ №№ 1-2.</i>  <i>Вопросы для зачета №№ 36-60.</i>  <i>Комплект материалов для зачета: вопросы №№ 51-100.</i>

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Собеседование

##### 1. Задание (я):

- Определение плотности мелкодисперсной среды пикнометрическим методом
- Определение плотности мелкодисперсной среды манометрическим методом
- Определение удельной поверхности частиц прибором ПСХ-2
- Определение удельной поверхности частиц прибором Товарова
- Определение удельной теплопроводности нанопорошка

##### 2. Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если в результате работы полностью раскрыта тема практической работы. Студент активно участвует в собеседовании и правильно отвечает на все поставленные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в результате работы раскрыта тема практической работы. Студент участвует в собеседовании и при наличии наводящих вопросов правильно отвечает на все поставленные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в результате работы не полностью раскрыта тема практической работы. Студент участвует в собеседовании и при наличии наводящих вопросов не всегда правильно отвечает на поставленные вопросы;



- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в результате работы не раскрыта тема практической работы. Студент участвует в собеседовании и даже при наличии наводящих вопросов неправильно отвечает на поставленные вопросы.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Охарактеризуйте классификацию консолидированных наноматериалов по методам изготовления и типам структур
2.	Перечислить основные методы получения ультрадисперсных порошков
3.	Перечислить методы механического измельчения материалов
4.	Перечислить и охарактеризовать физико-химические методы получения наноматериалов
5.	Перечислить и охарактеризовать химические методы получения наноматериалов
6.	Дайте вывод формулы для расчета числа атомов (молекул) в критическом зародыше
7.	Перечислите достоинства и недостатки высокоэнергетического измельчения, механохимического и плазмохимического способа
8.	Дать общую характеристику структуры наноматериалов
9.	Выведите соотношения, описывающие зависимость общей доли поверхностей раздела, а также долей межзеренных границ и тройных стыков от размера кристаллитов
10.	Какие факторы определяют ширину рентгеновских пиков?
11.	Что выявляет высокоразрешающая просвечивающая электронная микроскопия?
12.	Охарактеризуйте основные механизмы роста пленок
13.	Сравните достоинства и недостатки методов просвечивающей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа
14.	Охарактеризуйте основные типы распределения кристаллитов по размерам
15.	Опишите основные типы дефектов в наноматериалах
16.	Могут ли быть нанокристаллы бездефектными?

17.	Каковы особенности поверхностей раздела в наноматериалах
18.	Перечислите основные характеристики структуры нанополимеров
19.	Охарактеризуйте особенности структуры супрамолекулярных и нанопористых материалов
20.	Приведите пример ДНК-наноматериала
21.	Дайте общую характеристику тубулярных и луковичных наноструктур
22.	В чем достоинства и недостатки технологии пленок и покрытий как метода изготовления наноматериалов
23.	Охарактеризуйте получение наноматериалов методами интенсивной пластической деформации и контролируемой кристаллизации из аморфного состояния
24.	Охарактеризуйте основные методы получения нанокристаллических полупроводников
25.	Каковы механизмы роста пленок из пара
26.	В чем особенности получения гибридных, пористых и супрамолекулярных наноматериалов
27.	Охарактеризуйте методы получения углеродных наноструктур
28.	Охарактеризуйте методы самосборки наноструктур
29.	Охарактеризуйте основные этапы истории изучения размерных эффектов
30.	Каковы особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах
31.	В чем суть квантовых размерных эффектов?
32.	Как формируются наноструктуры с квантовыми точками?
33.	Охарактеризуйте квантовые стенки, проволоки и точки
34.	Приведите примеры и объясните влияние размерных эффектов на электронную структуру наноматериалов
35.	Перечислите основные факторы, влияющие на неравновесное состояние наноматериалов
36.	Приведите примеры и объясните природу наличия метастабильных фаз в наноматериалах
37.	Охарактеризуйте особенности фазовых превращений в наноструктурах
38.	Охарактеризуйте влияние размера кристаллитов на электрические свойства наноматериалов
39.	Как меняется теплоёмкость наноматериалов в зависимости от раз-

	мера кристаллитов?
40.	Как влияет размер кристаллитов на коэффициент термического расширения и температуру плавления наноматериалов?
41.	Каковы особенности теплопроводности и добротности наноматериалов?
42.	Охарактеризуйте магнитные свойства наноматериалов
43.	Как меняется прочность, твердость и пластичность при уменьшении размера зерна в наноматериалах?
44.	Охарактеризуйте проявление ползучести и сверхпластичности в наноматериалах
45.	Приведите примеры влияния размерных эффектов на реакционную способность и активность наноматериалов
46.	Приведите примеры и объясните природу наличия метастабильных фаз в наноматериалах. Какова роль термодинамического и кинетического факторов
47.	Охарактеризуйте особенности фазовых превращений в наноструктурах
48.	Каковы особенности фононного спектра и тепловых свойств наноматериалов
49.	Как изменяется теплоемкость наноматериалов в зависимости от размера кристаллитов
50.	Как влияет размер кристаллитов на коэффициент термического расширения и температуру плавления наноматериалов
51.	Закон Холла-Петча
52.	Анти Холла-Петча закон
53.	Влияние размера зерна и толщины индивидуальных слоёв в многослойных пленках на твердость материалов
54.	Перечислить методы технологии получения нанопленок
55.	Описать технологию получения аморфных наноматериалов
56.	Охарактеризуйте проявление ползучести и сверхпластичности в наноматериалах
57.	Приведите примеры влияния размерных эффектов на реакционную способность и каталитическую активность наноматериалов
58.	Как влияет размер зерна на фазовую устойчивость нанокристаллических сплавов?
59.	Каково поведение оптических свойств нанокристаллов
60.	Описать максимальные тепловые эффекты для наноматериалов

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет	«зачтено»	выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 2 вопроса или ответил на 2 или 3 вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
		«незачтено»	выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один вопрос или ответ отсутствует.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. П. Ильин, А. В. Мостовщиков, А. В. Коршунов, Л. О. Роот	Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов : учебное пособие / А. П. Ильин, А. В. Мостовщиков, А. В. Коршунов, Л. О. Роот. — 2-е изд. — Томск : ТПУ, 2017. — 212 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106760">https://e.lanbook.com/book/106760</a> .	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
2	Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд	Наноматериалы. Свойства и сферы применения : учебник / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-4433-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140739">https://e.lanbook.com/book/140739</a> .	Учебник	2020	ЭБС "Лань"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
----------	---------------------	----------------------	---	-------------	---

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное посо- бие, учебно- методическое пособие, прак- тикум, др.)	Год издания	Количество в научной биб- лиотеке / Наименование ЭБС
1	А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова	Экология наноматериалов : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова ; под редакцией Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревинной. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 275 с. — ISBN 978-5-00101-838-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/135540">https://e.lanbook.com/book/135540</a>	Учебное пособие	2020	ЭБС "Лань"

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

- Российские нанотехнологии [Электронный ресурс] : Российские нанотехнологии международный научный журнал. Учредитель журнала: Федеральное агентство по науке и инновациям РФ. - Режим доступа к журн.: <https://www.nanorrf.ru>
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://neicon.ru/resources/archive). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows:  WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;  контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	договор № 469 от 05.06.2020, срок действия - бессрочно
4	Mirapolis Human Capital Management	договор № 42/02/22 - К от 02.02.2022 до 31.08.2022

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Столы ученические двухместные, столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК, доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный, экран для проектора, тумба выкатная
2	Лаборатория «Металлография». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Е-203	Стол преподавательский, столы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.