

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1159464	Наноматериаловедение

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	<b>Код ОП</b> 1. 28.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 28.03.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пряхина Виктория Игоревна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Наноматериаловедение

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Методы получения наноразмерных материалов», «Физико-химия наноструктурированных материалов», «Физическая механика наноматериалов», «Современные функциональные материалы» формирующие представления о наноструктурных материалах различного назначения, связи между составом и свойствами веществ, контроле качества новых материалов; классах наноматериалов, фундаментальных основах различных групп методов синтеза; основных законах и методах физико-химического исследования наноструктурированных объектов; способах описания макроскопических механических свойств наносистем, принципами обработки материалов с разными типами межатомных связей; физико-химическими особенностями разработки современных функциональных наноматериалов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Физическая механика наноматериалов	3
2	Современные функциональные материалы	3
3	Методы получения наноразмерных материалов	3
4	Физико-химия наноструктурированных материалов	3
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы современной химии 2. Теоретические основы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Методы исследования наноматериалов

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
<p>Методы получения наноразмерных материалов</p>	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p>

		<p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>3-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>3-3 - Характеризовать способы метрологического обеспечения производственной деятельности, контроля количественных и качественных показателей получаемой продукции</p> <p>3-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации, технологическим регламентам и инструкциям</p> <p>У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p> <p>У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p>

		<p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>	<p>З-1 - Изложить основные принципы организации, планирования и проведения научного исследования</p> <p>У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты</p> <p>П-1 - Выполнять в соответствии с планом экспериментальные научные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>
	<p>ПК-3 - Способен сопровождать технологические процессы и эксплуатацию измерительных систем в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>З-1 - Сформулировать требования по правильной и безопасной эксплуатации измерительных систем</p> <p>З-2 - Характеризовать актуальные нормативные требования к технологическим процессам</p> <p>У-1 - Определять оптимальные условия эксплуатации измерительных систем</p> <p>П-1 - Иметь опыт эксплуатации высокотехнологичного экспериментального оборудования для решения задач в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>
	<p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий</p> <p>П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Д-1 - Проявлять готовность к освоению новых исследовательских методов</p>
Современные функциональные материалы	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных</p>	<p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>

<p>инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения</p>
<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>	<p>У-1 - Определить план исследования, с учетом степени значимости и взаимозависимости ожидаемых результатов измерений</p> <p>П-1 - Выполнять в соответствии с планом экспериментальные научные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>
<p>ПК-3 - Способен сопровождать технологические процессы и эксплуатацию измерительных систем в области нанотехнологии</p>	<p>У-2 - Установить ошибки технологического процесса при получении неудовлетворительного результата исследования</p> <p>П-2 - Предлагать способы оптимизации технологического процесса и устранения ошибок в работе измерительных систем</p>

	и микросистемной техники	
	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур Д-1 - Проявлять готовность к освоению новых исследовательских методов
Физико-химия наноструктурированных материалов	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты
	ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты П-1 - Выполнять в соответствии с планом экспериментальные научные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений



	<p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>
Физическая механика наноматериалов	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, общинженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и</p>	<p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p>

	компонентов нано- и микросистемной техники	У-1 - Определить план исследования, с учетом степени значимости и взаимозависимости ожидаемых результатов измерений
	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений
	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Современные функциональные материалы**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Незнахин Дмитрий Сергеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Незнахин Дмитрий Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Классификация функциональных материалов. Принципы разработки и создания материалов.
2	Функциональные материалы с заданными механическими свойствами	Связь состава, структуры и механических характеристик материалов. Суперсплавы. Материалы для покрытий. Коррозионно-стойкие материалы. Керамики и стекла. Полимерные материалы. Композиционные материалы.
3	Функциональные материалы с заданными электрическими и магнитными свойствами	Физические принципы формирования электрических характеристик материалов. Сверхпроводники. Полупроводниковые материалы. Диэлектрики (пиро-, пьезо-, сегнетоэлектрики). Проводники (металлы, керамики, полимеры). Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы. Материалы для магнитной записи информации. Магнитострикционные материалы. Мультиферроики.
4	Функциональные материалы с заданными оптическими свойствами	Физические принципы формирования оптических свойств материалов. Светоизлучающие элементы. Волноводы и оптоволокно. Материалы для элементов нелинейной оптики. Фотонные кристаллы.
5	Специальные функциональные материалы	Наноматериалы (наночастицы, нанопроволоки и т.п.). Нанокompозиты и наноструктуры. Материалы с памятью формы. Полифункциональные материалы.

## 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование информационной культуры в сети интернет	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Современные функциональные материалы

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Попов, , А. А.; Конструкционные и функциональные материалы на металлической основе : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/68437.html> (Электронное издание)
2. ; Композиционные материалы на основе эпоксиполимеров для машиностроения : учебное пособие.; Казанский федеральный университет (КФУ), Казань; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480115> (Электронное издание)
3. Брусенцов, Ю. А.; Материалы твердотельной микро- и наноэлектроники : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437072> (Электронное издание)
4. Томилин, В. И.; Физическое материаловедение. В 2 частях : учебное пособие. 1. Пассивные диэлектрики; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229343> (Электронное издание)
5. Самсонов, Г. В., Гриценко, Э. Е.; Физическое материаловедение карбидов; Наукова думка, Киев; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450091> (Электронное издание)
6. ; Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Мишин, Д. Д.; Магнитные материалы : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1981 (14 экз.)
2. Андриевский, Р. А.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для вузов.; Academia, Москва; 2005 (23 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]  
 Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]  
 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]  
 Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]  
 Университетская библиотека онлайн [<http://biblioclub.ru>]  
 Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]  
 Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]  
 Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]  
 Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.ru>]

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]  
 Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]  
 Российская государственная библиотека. [<http://www.rsl.ru>]  
 Государственная публичная научно-техническая библиотека России. [<http://www.gpntb.ru>]

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Современные функциональные материалы**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физическая механика наноматериалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пилюгин Виталий Прокофьевич	кандидат физико- математических наук, старший научный сотрудник	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пилюгин Виталий Прокофьевич, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение в физику прочности и пластичности	<p>Механика деформируемого твердого тела. Теории пластического течения. Механика разрушения (трещин). Материаловедение (физика прочности и пластичности). Связь процесса деформации и разрушения со строением твердого тела. Механизмы деформации и разрушения твердых тел. Структура твердого тела. Дефекты кристаллической решетки. Методы прямого наблюдения дефектов. Электронная микроскопия на просвет; сканирующая электронная и оптическая микроскопия.</p> <p>Масштабные уровни в твердых телах. Дефекты, возникающие в кристаллах в при деформации. Дислокации в кристаллах. Полосы скольжения. Двойниковые ламели.</p> <p>Трещины. Механизмы релаксации упругой энергии в кристалле при нагружении.</p> <p>Способы описания деформации и разрушения кристалла: эмпирические теории, теория дислокаций, физические модели решеточных дефектов.</p>
2	Пластическая деформация металлов	<p>Поведении металлов при механическом нагружении Кривая упрочнения металлического монокристалла. Развитие следов скольжения в монокристалле ГЦК-металла при растяжении. Геометрия скольжения в ГЦК решетке. Геометрия скольжения в ГПУ решетке. Локализация пластической деформации (образование шейки). Скольжения в области шейки.</p>

		Деформационный рельеф. Эволюция дислокационной структуры на разных стадиях деформации металла. Взаимодействие дислокаций с препятствиями (частицами и границами раздела).
3	Разрушение металлов	Масштабные уровни процесса разрушения. Разрушение в макроскопическом масштабе. Фрактография разрушения. Вязкое разрушение. Развитие опасной трещины шейки. Локализация деформации. Фрактография вязкого разрушения. Межзеренное разрушение. Фрактография межзеренного разрушения. Смешанное межзеренное и вязкое разрушение. Разрушение сколом. Разрушение квазисколом в сплавах. Карты механизмов разрушения.
4	Развитие трещин в кристаллах	Масштабные уровни процесса разрушения (атомный масштаб, нано-уровень, микро-уровень, мезо-уровень, макро-уровень. Образование свободной поверхности в «сплошном» твердом теле. Методы изучения трещин. Механика трещин. Основы материаловедческого подхода к изучению появления и эволюции трещин. Связь разрушения со структурой твердого тела. Переход от микротрещины к опасной трещине. Испускание дислокаций из вершины трещины. Особенности трещин в ковалентных кристаллах и металлах.
5	Электронная микроскопия - метод прямого исследования микроструктуры материалов	Исторический очерк о становлении метода просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Основы кристаллофизики. Дифракция электронов на кристаллической решетке. Устройство ПЭМ. Формирование контраста в ПЭМ. Методы приготовления образцов. Наблюдение дислокаций и определение их кристаллогеометрических характеристик. Микродвойники и дефекты упаковки. ПЭМ высокого разрешения. Задачи, решаемые с помощью ПЭМ.
6	Решеточные дефекты и прочностные свойства кристаллов с ковалентной связью	Особенности деформационного поведения кристаллов с металлическим и неметаллическим типом химической связи. Поведение кристаллов дихалькогенидов титана ДТ ( $TiX_2$ , $X=S, Se, Te$ ) при нагружении. Кристаллохимическая ячейка $TiX_2$ . Кристаллогеометрия ГПУ решетки. Химическая связь и хрупкость. Скольжение нерасщепленных $\langle 1120 \rangle \{0001\}$ дислокаций в ДТ. Поведение кристаллов ДТ при индентировании по Виккерсу. Микроструктура кристаллов ДТ. Призматическое скольжение и базисное скольжение $\langle 1120 \rangle \{1010\}$ дислокаций в ДТ. Поведение ДТ в условиях интенсивной пластической деформации.
7	Наноструктурированные материалы на основе интеркалатных соединений дихалькогенидов титана	Структура дихалькогенидов титана (ДТ) $MxTiX_2$ ( $X=S, Se, Te$ ). Представления о квазидвумерных слоистых структурах. СТМ-изображения атомной структуры поверхности ДТ. DFTB-расчеты электронной структуры ДТ. Сканирующая туннельная микроскопия поверхности ДТ. Интеркалатные соединения ДТ. Модель Вилсона-Йоффе электронной структуры ДТ. Интеркаляция щелочных металлов. Интеркаляция органическими молекулами. Концентрационные зависимости постоянных решетки ДТ. Температурная зависимость электрических свойств материалов на основе ДТ. Магнитные свойства ДТ.

8	Структура и свойства композита «металл-керамика»	Применение композитов Pt-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Плавильные тигли, стеклоплавильные сосуды, оболочки для ядерного топлива в энергетических установках для миссий в дальний космос. Преимущества композитных контейнеров перед обычными тиглями. Основы технологии производства изделий из Me-Cer композитов. Пескоструйная обработка металлической подложки. Плазменное напыление керамики. Гомогенизационный отжиг керамики. Физический механизм адгезии металла и керамики в таких композитах.
9	Структура и прочностные свойства сварного соединения металлов	Представление о ресурсе конструкций, машин и механизмов. Влияние сварных соединений на прочность конструкций. Аргодуговая, лазерная, микроплазменная и электроннолучевая сварка. Критерии выбора способа сварки. Методы изучения микроструктуры и прочностных свойств сварных швов. Сварные соединения чистых металлов, сплавов и композитов на основе платины. Влияние технологии сварки на микроструктуру, морфологию изломов и прочностные свойства сварных соединений.
10	Контейнерные материалы энергетических установок космических аппаратов	Энергетические установки космических аппаратов. Различные типы источников тока (батареи, топливные элементы, солнечные батареи, радиоизотопные термоэлектрические генераторы РТГ), преимущества и недостатки. Бортовая энергетическая установка зонда Кассини. Схема РТГ. Контейнеры для PuO <sub>2</sub> . Физико-химические свойства иридия. Отличия иридия от других гцк-металлов. Хрупкость иридия. Очистка иридия от примесей. Деформационное поведение иридия. Механизмы деформации и разрушения. Особенности технологии обработки иридия.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физическая механика наноматериалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Келли, А., А., Шаскольский, М. П.; Кристаллография и дефекты в кристаллах; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447893> (Электронное издание)
2. Мешковский, , И. К.; Химия радиоматериалов. Часть 1. Кристаллические материалы : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/65368.html> (Электронное издание)
3. ; Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках : учебное пособие.; Логос, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=85007> (Электронное издание)
4. , Чуканов, А. Н.; Физика конденсированного состояния: прочность и разрушение материалов : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617602> (Электронное издание)
5. Рахматулин, , Х. А.; Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках : учебное пособие.; Логос, Университетская книга, Москва; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/9283.html> (Электронное издание)
6. Огородников, , В. А.; Основы физики прочности и механики разрушения : учебное издание.; Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, Саров; 2007; <http://www.iprbookshop.ru/18443.html> (Электронное издание)
7. Белкин, , П. Н.; Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел : учебное пособие.; Вузовское образование, Саратов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/79772.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Келли, А., Горин, С. Н., Кугаенко, О. М., Савченко, В. С., Шаскольская, М. П.; Кристаллография и дефекты в кристаллах; Мир, Москва; 1974 (3 экз.)
2. Екобори Такео, Екобори Т., Иванова, В. С., Чернявский, К. С.; Физика и механика разрушения и прочности твердых тел : Пер. с англ. К.С. Чернявского.; Металлургия, Москва; 1971 (4 экз.)
3. Нарисава, И., Екобори, Т., Товмасын, Ю. М., Берлин, А. А.; Прочность полимерных материалов; Химия, Москва; 1987 (2 экз.)
4. Хоникомб, Р. В., Любов, Б. Я.; Пластическая деформация металлов : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1972 (5 экз.)
5. Ермаков, С. С.; Физика металлов и дефекты кристаллического строения : Учеб. пособие.; ЛГУ, Ленинград; 1989 (10 экз.)
6. Новиков, И. И.; Дефекты кристаллического строения металлов : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1983 (41 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Физическая механика наноматериалов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы получения наноразмерных**  
**материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гусева Анна Федоровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии
2	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гусева Анна Федоровна, Доцент, физической и неорганической химии
- Кочетова Надежда Александровна, Доцент, физической и неорганической химии

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Базовые термины и понятия. Основные классы наноразмерных систем	Основные понятия: нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура, наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Квантовые наноструктуры различной размерности: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Основные классы наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены, нанотрубки, пиподы). Компактные наноструктурированные материалы: наноструктурированные кристаллы; разупорядоченные твердотельные структуры (наноструктурированные металлы, сплавы; нанокompозиты; нанопористые материалы; наноструктурированные многослойные материалы). Порошковые наноматериалы. Наноматериалы на основе органических веществ (органические нанокристаллы; наноматериал на основе блок-сополимеров; супрамолекулярные структуры).
2	Диспергационные методы синтеза наноразмерных материалов	История развития методов синтеза наноматериалов; два основных технологических подхода: диспергационный и конденсационный. Диспергационные методы синтеза. Механическое дробление. Диспергирование макроскопических частиц в растворах. Механохимический синтез нанокompозитов и наночастиц. Метод разложения. Возможности и ограничения каждого метода.



3	Растворные методы синтеза	<p>Классификация конденсационных методов получения наноматериалов. Растворные методы синтеза.</p> <p>Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы химического осаждения (соосаждения). Золь-гель метод. Гидротермальный метод. Метод комплексонатной гомогенизации. Метод замены растворителя. Синтез под действием микроволнового излучения. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS).</p> <p>Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя. Распылительная сушка. Метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS). Криохимический метод.</p> <p>Методы сжигания. Глицин-нитратный метод. Метод Печини. Целлюлозная (тканевая, бумажная) технология. Пиролиз полимерно-солевых композиций.</p>
4	Методы синтеза наноматериалов, основанные на конденсации из газовой фазы	<p>Методы синтеза, основанные на конденсации из газовой фазы. Методы химической конденсации. Плазмохимический метод синтеза, особенности его реализации при использовании газообразного, капельножидкого и твердого сырья. Метод импульсного лазерного испарения. Метод гидролиза в пламени. Методы физической конденсации. Метод молекулярных пучков. Аэрозольный метод. Метод криоконденсации. Электровзрыв металлических проволок.</p> <p>Использование конденсационных методов для получения оксидных нановолокон и дисперсных фаз из полых наночастиц.</p> <p>Методы получения углеродных наноматериалов: метод лазерного испарения, химическое осаждение из газовой фазы, электродуговой метод.</p>
5	Самосборка и самоорганизация как метод получения наноматериалов	<p>Процессы самоорганизации и самосборки. Самосборка молекул и самосборка материалов; факторы, влияющие на процесс самосборки. Способы управления самосборкой: спонтанная и темплатно-направленная самосборка. Возможности темплатного синтеза. Нанореакторы. Самособирающиеся монослои, методы мягкой литографии.</p>
6	Области применения наноматериалов	<p>Применение наноструктур в химической технологии. Использование нанокатализаторов. Газодиффузионное разделение газовых смесей с использованием пористых наноматериалов. Конструкционные и инструментальные материалы на основе наноструктур. Устройства контроля окружающей среды.</p> <p>Наноэнергетика. Топливные элементы и устройства для хранения энергии.</p> <p>Элементы наноэлектроники и нанопотоники (фотодетекторы, полупроводниковые транзисторы и лазеры, солнечные элементы, наносенсоры и др.) Молекулярные электронные устройства (переключатели и электронные схемы на молекулярном уровне). Устройства сверхплотной записи</p>

		<p>информации. Нанoeлектроmеханические устройства (молекулярные- и наномоторы, нанороботы).</p> <p>Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нанотехнологий для улучшения стоматологического и хирургического инструментария.</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	П-1 - Выполнять в соответствии с планом экспериментальные научные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы получения наноразмерных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
2. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : монография.; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва; 2007; <http://www.iprbookshop.ru/13145.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии; Физматлит, Москва; 2005 (3 экз.)
2. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : учеб. пособие для вузов.; Книжный дом «Университет», Москва; 2006 (2 экз.)
3. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов;

[КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)

4. Пул, Ч., Головин, Ю. И., Лучинин, В. В.; Нанотехнологии : учеб. пособие для вузов.; Техносфера, Москва; 2005 (22 экз.)

5. Гусева, А. Ф.; Методы получения наноразмерных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (97 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

Университетская библиотека онлайн [<http://biblioclub.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.ru>]

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

Российская государственная библиотека. [<http://www.rsl.ru>]

Государственная публичная научно-техническая библиотека России. [<http://www.gpntb.ru>]

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы получения наноразмерных материалов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
---	----------------------------------	---	---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химия наноструктурированных**  
**материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Остроушко Александр Александрович	доктор химических наук, профессор	Профессор	физической и неорганической химии
2	Черепанов Владимир Александрович	доктор химических наук, профессор	заведующий кафедрой	кафедра физической и неорганической химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Остроушко Александр Александрович, Профессор, физической и неорганической химии
- Черепанов Владимир Александрович, заведующий кафедрой, кафедра физической и неорганической химии

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные законы термодинамики и их следствия. Термодинамические потенциалы.	Предмет химической термодинамики, основные понятия и определения. Расчет работы и теплоты в различных процессах. Первое начало термодинамики. Основные законы термохимии. Тепловой эффект реакции. Правило Гесса как следствие 1 закона т/д. Уравнения Кирхгофа. Постулаты второго начала термодинамики. Самопроизвольный и не самопроизвольный процесс. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Энтропия и ее изменение. Свойства энтропии как функции состояния. Статистический характер энтропии. Соотношение Л. Больцмана. Тепловая теорема Нернста и ее следствия. Постулат Планка. Способы расчета абсолютных значений энтропии вещества. Изменение энтропии химических реакций. Термодинамические потенциалы и характеристические функции. Функции Гиббса и Гельмгольца. Критерии направленности самопроизвольных процессов и достижения равновесия. Принципы равновесия Гиббса. Открытые системы. Химический потенциал. Изменение функций Гиббса и Гельмгольца для химических реакций.
2	Химическое равновесие.	Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Уравнение изотермы химической реакции. Константа равновесия и расчеты равновесия гомогенных и гетерогенных химических реакций. Изохора и изобара реакции. Расчет константы равновесия.

3	Фазовое равновесие.	Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Кривые давления пара. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы и их диаграммы состояния. Энантиотропия и монотропия. Двухкомпонентные системы и их диаграммы состояния. Эвтектическое и перитектическое превращения. Термодинамические особенности учета дисперсности фаз. Влияние дисперсности на физико-химические свойства.
---	---------------------	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химия наноструктурированных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Мюнстер, А., А.; Химическая термодинамика; Мир, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495531> (Электронное издание)
2. Тимакова, Е. В.; Физическая химия: химическая термодинамика : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576766> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Карапетьянц, М. Х.; Химическая термодинамика : Учеб. пособие для студентов хим. спец. вузов.; Химия, Москва; 1975 (26 экз.)
2. Петров, А. Н.; Химическая термодинамика. Избранные главы химии для физиков : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Уральского университета, Екатеринбург; 2006 (146 экз.)
3. Пригожин, И. Р., Михайлов, В. А.; Химическая термодинамика; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2010 (21 экз.)
4. Кудряшева, Н. С.; Физическая химия : учебник для бакалавров.; Юрайт, Москва; 2012 (21 экз.)



## **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

Университетская библиотека онлайн [<http://biblioclub.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.ru>]

## **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

Российская государственная библиотека. [<http://www.rsl.ru>]

Государственная публичная научно-техническая библиотека России. [<http://www.gpntb.ru>]

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физико-химия наноструктурированных материалов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM