

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>
1143820	Основы неорганического материаловедения

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химия, физика и механика материалов 2. Химическое материаловедение	<b>Код ОП</b> 1. 04.03.02/33.01 2. 04.03.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия, физика и механика материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.03.02

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	Емельянова Юлия Валерьевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
2	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы неорганического материаловедения

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из двух дисциплин: «Получение и свойства микро- и наноразмерных функциональных материалов», «Физикохимия конденсированного состояния». Освоение модуля предполагает ознакомление студентов с классами неорганических материалов и наноматериалов, основами методов их синтеза и исследования, особенностям физико-химических свойств. Уделяется внимание освоению фундаментальных физико-химических знаний и представлений о фазовом составе, особенностях кристаллической и дефектной структуры веществ, находящихся в твердом состоянии; о диффузии и фазовых превращениях в твердых телах.

## 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	Физикохимия конденсированного состояния	3
2	Методы получения неорганических наноструктурированных материалов	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Общая и неорганическая химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Физико-химические свойства конденсированных материалов

## 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
Получение и свойства микро- и наноразмерных	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности	З-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и

функциональных материалов	<p>химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>полимерных пленок, композиционных и наноматериалов</p> <p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и получение материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов</p> <p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и получение материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p>
	<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности,</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p>

<p>поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-3 - Иметь навыки подготовки и работы с объектами исследований различной химической природы</p>
<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-3 - Иметь навыки подготовки и работы с объектами исследований различной химической природы</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p>

<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Готовить различные химические и материаловедческие объекты научно-технических разработок для проведения технологических испытаний</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с химическими и материаловедческими объектами научно-технических разработок</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Готовить различные химические и материаловедческие объекты научно-технических разработок для проведения технологических испытаний</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с химическими и материаловедческими объектами научно-технических разработок</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья,</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического</p>

<p>компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации</p>
<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации</p>
<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p> <p>У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.</p>

		<p>П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий</p> <p>П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов</p>
	<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p> <p>У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.</p> <p>П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий</p> <p>П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов</p>
<p>Физикохимия конденсированного состояния</p>	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов</p> <p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и получение материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового</p>



		<p>состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов</p> <p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и получение материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p>

<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p>

<p>поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач,</p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>

<p>поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p>
<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической</p>

	<p>технологические испытания</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>информации в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
	<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
	<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования</p> <p>У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий</p>
	<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования</p> <p>У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физикохимия конденсированного состояния**

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	Емельянова Юлия Валерьевна	кандидат химических наук	доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

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

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Емельянова Юлия Валерьевна, доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

## 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. Общая характеристика твердых тел.	Общая характеристика твердых тел. Классификация и основные типы твердых тел (стекла, аморфные системы, кристаллические тела, квазикристаллы, твердотельные системы, созданные с помощью нанотехнологий)
2	Основные типы связей в твердых телах.	Ионные, ковалентные и молекулярные кристаллы, металлы. Твердые тела с водородной связью.
3	Зонная теория твердых тел.	Происхождение энергетических зон в кристаллах. Металлы. Диэлектрики. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
4	Электрические свойства твердых тел.	Классификация твердых тел по величине электропроводности. Модель электронного газа Друде. Электропроводность, закон Ома, эффект Холла, термоЭДС. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики. Основные свойства металлов. Температурная зависимость электросопротивления. Полупроводники. Зонная структура. Электроны и дырки. Донорные и акцепторные уровни. Проводимость полупроводников. Классификация диэлектриков (пироэлектрики, пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики) и их основные электрические 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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физикохимия конденсированного состояния

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Маделунг, О., О., Ансельм, А. И.; Теория твердого тела; Наука, Москва; 1980; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483373> (Электронное издание)
2. Киттель, Ч., Ч.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Вест, Антони Р., А. Р.; Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 1. ; Мир, Москва; 1988 (10 экз.)
2. Вест, Антони Р., А. Р.; Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 2. ; Мир, Москва; 1988 (10 экз.)
3. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы"; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)



## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com>

<http://pubs.acs.org>

<https://elibrary.ru>

<https://www.sciencedirect.com>

<http://scitation.aip.org>

### 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

### Физикохимия конденсированного состояния

#### 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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы получения неорганических**  
**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	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

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

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- 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, нанотехнологии, наночастица, наноструктура, наноматериалы, нанокompозиты. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Подходы к классификации наноматериалов. Классификация по размерности: 0D-, 1D-, 2D-, 3D-материалы, материалы с промежуточной размерностью.  Основные классы наноразмерных систем. Квантовые наноструктуры различной размерности. Углеродные наноструктуры (фуллерены, нанотрубки). Компактные наноструктурированные материалы: наноструктурированные кристаллы. Разупорядоченные твердотельные структуры (наноструктурированные металлы и сплавы; нанокompозиты; нанопористые материалы; наноструктурированные многослойные материалы). Порошковые наноматериалы. Наноматериалы на основе органических веществ (органические нанокристаллы; наноматериалы на основе блок-сополимеров; супрамолекулярные структуры). Биологические нанообъекты. Примеры наноструктур в живых организмах.
2	Диспергационные методы получения наноразмерных материалов	История развития методов синтеза наноматериалов; два основных технологических подхода: диспергационный (сверху вниз) и конденсационный (снизу вверх).  Диспергационные методы синтеза. Механическое дробление. Диспергирование макроскопических частиц в растворах (ультразвуковое и самодиспергирование). Механохимический

		<p>синтез нанокомпозитов и наночастиц. Метод разложения. Возможности и ограничения каждого метода.</p>
3	Растворные методы синтеза	<p>Классификация конденсационных методов получения наноматериалов: растворные и газофазные методы.</p> <p>Растворные методы синтеза. Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы химического осаждения (соосаждения). Золь-гель метод. Гидротермальный метод. Метод комплексоной гомогенизации. Метод замены растворителя. Синтез под действием микроволнового излучения. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе.</p> <p>Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя. Распылительная сушка. Метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов. Криохимический метод.</p> <p>Методы сжигания. Нитрат-органический метод, его разновидности в зависимости от типа используемого органического компонента. Целлюлозная (тканевая, бумажная) технология. Пиролиз полимерно-солевых композиций. Возможности и ограничения каждого метода.</p>
4	Методы синтеза, основанные на конденсации из газовой фазы	<p>Газофазные методы синтеза. Методы химической конденсации. Плазмохимический метод синтеза, особенности его реализации при использовании газообразного, капельножидкого и твердого сырья. Метод импульсного лазерного испарения. Метод гидролиза в пламени.</p> <p>Методы физической конденсации. Метод молекулярных пучков. Аэрозольный метод. Метод криоконденсации. Электровзрыв металлических проволок. Возможности и ограничения каждого метода.</p> <p>Особенности использования конденсационных методов для получения нановолокон и дисперсных фаз из полых наночастиц. Специфические методы получения полых частиц: «Wrap-bake-peel» метод синтеза полых частиц оксидов железа.</p> <p>Методы получения углеродных наноматериалов: метод лазерного испарения, химическое осаждение из газовой фазы, электродуговой метод.</p>
5	Физикохимия наноструктурированных материалов	<p>Энергетическое состояние поверхности. Валентно-ненасыщенные состояния. Поверхность в зонной модели. Искривление зон. Состояния и уровни Шоккли и Тамма. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностная энергия ковалентных, металлических и ионных сред. Экспериментальные методы определения поверхностной энергии твердых тел. Критерии и методы оценки и расчета.</p> <p>Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей.</p>

		<p>Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах: размерные эффекты и фазовые переходы; зародышеобразование, кластерообразование и формирование наноструктур; самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур.</p>
6	<p>Нанохимия. Основные аспекты изучения и решаемые проблемы</p>	<p>Область изучения нанохимии. Влияние размера частиц на особенности их химических свойств и реакционную способность. Размерные эффекты: тривиальные (изменение термодинамических и кинетических свойств системы с уменьшением размера частиц); истинные (качественные преобразования свойств системы с увеличением дисперсности). Причины возникновения размерных эффектов.</p> <p>Проблемы устойчивости наночастиц и их ассоциатов; факторы, обуславливающие стабильность. Способы стабилизации наночастиц. Долгоживущие метастабильные состояния. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Сегрегационные явления. Технологии стабилизации формы и размеров нанокристаллитов.</p> <p>Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц). Биологические нанокompозитные материалы. Нанокompозиты «полимер – неорганическая наночастица». Наночастицы в неорганических матрицах. Общие методы получения нанокompозитов. Нанокompозитный эффект в ионной и электронной проводимости.</p> <p>Адсорбция типа "Твердое/Твердое". Адгезионная теория контактного плавления. Эвтектики, как микрогетерогенные связно-дисперсные наносистемы. Супрамолекулярная концепция эвтектик. Неавтономные межфазные соединения, их роль в формировании транспортных свойств и реакционной способности.</p>
7	<p>Применение наноструктур в химии и химической технологии</p>	<p>Кинетические особенности протекания химических процессов на поверхности наночастиц. Использование нанокатализаторов. Газодиффузионное разделение газовых смесей с использованием пористых наноматериалов. Конструкционные и инструментальные материалы на основе наноструктур. Устройства контроля окружающей среды. Нанознергетика. Топливные элементы и устройства для хранения энергии. Элементы нанoeлектроники и нанofотоники (фотодетекторы, полупроводниковые транзисторы и лазеры, солнечные элементы, наносенсоры и др.) Молекулярные электронные устройства (переключатели и электронные схемы на молекулярном уровне). Устройства сверхплотной записи информации. Нанoeлектромеханические устройства (актюаторы, трансдукторы, молекулярные- и наномоторы, нанороботы). Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул (использование ДНК в качестве</p>

		темпланта для синтеза). 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.
--	--	---

### 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 образования в сотрудничестве	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	3-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы получения неорганических наноструктурированных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Рамбиди, Н. Г.; Физические и химические основы нанотехнологий; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611> (Электронное издание)
2. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
3. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (Электронное издание)
4. ; Наноматериалы: свойства и перспективные приложения : монография.; Издательство Научный мир, Москва; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468346> (Электронное издание)
5. , Шустиков, А. А., Ханнинк, Р., Хилл, А.; Наноструктурные материалы : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678> (Электронное издание)

## **Печатные издания**

1. Гусева, А. Ф.; Методы получения наноразмерных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (98 экз.)
2. Суздалев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)
3. Пул, Ч., Головин, Ю. И., Лучинин, В. В.; Нанотехнологии : учеб. пособие для вузов.; Техносфера, Москва; 2005 (22 экз.)
4. Раков, Э. Г.; Неорганические наноматериалы : учебное пособие для вузов.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; [2013] (5 экз.)
5. Бокштейн, Б. С.; Диффузия атомов и ионов в твердых телах; МИСИС, Москва; 2005 (51 экз.)

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

Springer Materials <https://materials.springer.com/>

Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

ScienceDirect Freedom Collection <http://www.sciencedirect.com/>

eLibrary ООО Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

Wiley Journal Database <http://onlinelibrary.wiley.com/>

«Нанометр» — нанотехнологическое сообщество <http://www.nanometer.ru/>

Сайт о нанотехнологиях <https://www.nanonewsnet.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**

«Углеродные наноструктуры». Информационно-библиографическая база данных  
[http://www.ioffe.ru/db\\_vul/](http://www.ioffe.ru/db_vul/)

Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов  
<https://thesaurus.rusnano.com/>

Физико-химическая энциклопедия: [m-protect.ru/wiki/](http://m-protect.ru/wiki/)

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

### **Методы получения неорганических наноструктурированных материалов**

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



№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
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>Периферийное устройство</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</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>Периферийное устройство</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
6	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется