

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>
1143787	Получение, анализ и свойства кристаллических неорганических материалов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химия	<b>Код ОП</b> 1. 04.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.03.01

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	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Получение, анализ и свойства кристаллических неорганических материалов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из трех дисциплин: «Анализ полимерных материалов», «Технология полимеров и полимерных пленок», «Физикохимия растворов полимеров». Модуль знакомит с основными положениями термодинамики растворов полимеров; теориями растворов полимеров; моделями полимерных молекул; вязкоупругими свойствами растворов полимеров. Рассматриваются фазовые переходы отдельных макромолекул и их статистических ансамблей; особенности поведения в растворах блок-сополимеров, гелей полимеров, полимерных жидких кристаллов и полиэлектролитов. Изучаются теоретические подходы к описанию влияния механического, электрического и магнитного полей на термодинамическую устойчивость растворов и гелей полимеров; влияние фазовых и релаксационных состояний полимеров на процесс образования растворов.

## 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	Ионика твердых тел	3
2	РФА и РСА	3
3	Химия и технология наноразмерных неорганических материалов	3
ИТОГО по модулю:		9

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Общая и неорганическая химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Получение, анализ и свойства полимеров 2. Получение, анализ и свойства органических соединений

## 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
Ионика твердых тел	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>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании</p>
	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи</p> <p>З-2 - Сформулировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в</p>

		<p>выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных этапов НИР</p>
ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	<p>3-2 - 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>	
ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>3-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической задачи</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p>	
ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	<p>3-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>3-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</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>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>У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий</p>
РФА и РСА	<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>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения</p>

	химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов
	П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании
ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи</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 задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>
ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	<p>З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</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-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения	З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической задачи

	<p>технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с технологическими объектами различных химических и смежных производств и научно-технических разработок</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</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-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</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,</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p>



	<p>осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</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>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>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p>
<p>Химия и технология наноразмерных неорганических соединений и композитов</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>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 работе в химической лаборатории</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</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 с соблюдением норм техники безопасности</p>

		<p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании</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>З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи</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 задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</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>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-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах</p>	
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных</p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической задачи</p> <p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и</p>	

	<p>специалистом более высокой квалификации</p>	<p>научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p> <p>У-2 - Готовить объекты различных химических и смежных производств и научно-технических разработок исследования для проведения испытаний</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с технологическими объектами различных химических и смежных производств и научно-технических разработок</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</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-2 - Иметь опыт выполнения стандартных операций на аналитическом оборудовании</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</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>

	технологические испытания	П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации
	ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования</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>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Ионика твердых тел**

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	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	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:

## 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
	Введение Предмет и структура курса. Твердое состояние. Дефекты кристаллической решетки	Предмет и структура курса. История развития. Взаимосвязь со смежными отраслями знаний.  Твердое состояние.  Реальные кристаллы. Монокристаллы, поликристаллы, керамика.  Идеальный кристалл. Дефекты кристаллической структуры. Равновесные и неравновесные дефекты. Точечные дефекты, электронное разупорядочение кристалла. Типы разупорядочения: Шоттки, Френкеля, анти-Френкеля. Химическая термодинамика кристалла с дефектами. Зависимость концентрации дефектов от температуры.  Химические потенциалы атомов, ионов и дефектов. Квазихимические реакции. Правила записи.  Представления об ионизации дефектов. Эффективные заряды. Энергия образования дефектов.  Термическое равновесие дефектов. Аппроксимация по Броуэру. Равновесие "кристалл-газ". Диаграммы Крегера-Винка; ионное и электронное разупорядочение. Примесное разупорядочение кристаллов.  Особенности применения квазихимического подхода к соединениям сложного состава. Представления Смита.

	<p>Ионика твердого тела. Явления переноса в твердых телах</p>	<p>Ионика твердого тела. История развития. Уральская школа высокотемпературной электрохимии ион-проводящих материалов, работы ученых университета.</p> <p>Элементы неравновесной термодинамики. Общие соотношения. Движущие силы, термодинамические соотношения. Принципы линейности и взаимности потоков.</p> <p>Кинетические коэффициенты. Основное уравнение переноса, статистический вывод.</p> <p>Анализ основного уравнения переноса.</p>
	<p>Диффузия</p>	<p>Диффузия. Основные понятия. Движущие силы. Феноменологическое описание (законы Фика). Методы исследования. Метод меченых атомов. Масс-спектрокопия. Резонансные методы.</p> <p>Самодиффузия. Гетеродиффузия. Атомная теория самодиффузии. Механизмы.</p> <p>Диффузия атомов и дефектов. Микро- и макроскопический коэффициент диффузии. Метод случайных блужданий. Эффекты корреляции. Зависимость коэффициента диффузии от температуры, химического потенциала неметалла в газе и от содержания примесей.</p> <p>Необъемные механизмы и пути диффузии. Поверхность, границы зерен, межзеренные прослойки, фазовые включения. Модели Фишера и Уиппла.</p> <p>Химическая диффузия. Классификация. Примеры. Диффузия в гору.</p> <p>Внутрифазная и межфазная химическая диффузия. Методы исследования химической диффузии.</p> <p>Химический коэффициент диффузии, его физический смысл. Энергетика химической диффузии. Связь между параметрами само- и химической диффузии.</p>
	<p>Электропроводность</p>	<p>Электропроводность. Миграция заряженных частиц. Подвижность носителей заряда: абсолютная, дрейфовая. Связь с коэффициентами самодиффузии. Соотношение Нернста-Эйнштейна. Причины невыполнения.</p> <p>Ионная проводимость в твердых телах. Методы измерения. Собственная и примесная проводимость. Зависимость от температуры.</p> <p>Электронная проводимость. Собственная и примесная проводимость. Зависимость от температуры. Квазисвободные и локализованные состояния электронов в расплавах и твердых телах. Поляронная проводимость. Поляроны большого и малого радиуса.</p>

		Числа переноса носителей заряда. Зависимость от активности неметалла в газовой фазе.
	Твердые электролиты	<p>Твердые электролиты. Электролитическая ионная проводимость. Классификация.</p> <p>Твердые электролиты с собственной разупорядоченностью, выбор моделей разупорядочения. Примесные электролиты. Оксидные электролиты. Зависимость проводимости от природы и концентрации примеси. Структурно-разупорядоченные фазы. Структурный аспект проводимости, термодинамическая трактовка.</p> <p>Анионные и катионные проводники. Концепция плавления подрешеток.</p> <p>Композитные электролиты (дисперсоиды). Примеры важнейших твердых электролитов.</p> <p>Теоретические модели ионного переноса. Представления о кооперативном характере переноса. Основные модели: перколяционная, свободных ионов, ионного полярона, доменная, туннельная. Основные факторы, определяющие проводимость: концентрация носителей, геометрические факторы, энергия связи и координационное число подвижных ионов, поляризуемость ионов.</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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	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	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи  У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические



				<p>средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Ионика твердых тел**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Анимица, И. Е.; Протонный транспорт в сложных оксидах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275713> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Чеботин, В. Н., Козлова, В. И., Михайлов, А. Я.; Физическая химия твердого тела; Химия, Москва; 1982 (23 экз.)

2. Чеботин, В. Н., Мурыгин, И. В., Перфильев, М. В.; Химическая диффузия в твердых телах; Наука, Москва; 1989 (6 экз.)

3. Чеботин, В. Н.; Явления переноса в ионных кристаллах : учеб. пособие для физ. фак.; [б. и.], Свердловск; 1968 (1 экз.)

4. Чеботин, В. Н., В. Н., В.Н., В. Н., Козлова, В. И., Михайлов, А. Я.; Физическая химия твердого

тела; Химия, Москва; 1982 (3 экз.)

5. Ярославцев, А. Б.; Химия твердого тела : [монография].; Научный Мир, Москва; 2009 (6 экз.)

6. Бокштейн, Б. С., Ярославцев, А. Б.; Диффузия атомов и ионов в твердых телах : [монография].; МИСИС, Москва; 2005 (101 экз.)

7. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : в 2 т. Т. 2. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2010 (5 экз.)

8. Анимица, И. Е.; Квазихимическое описание процессов дефектообразования в оксидах : [учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.02. 04.04.02 "Химия, физика и механика материалов", по специальности 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (3 экз.)

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

#### **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**

#### **Ионика твердых тел**

#### **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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	не требуется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
РФА и РСА**

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	Петрова Софья Александровна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	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:

- Петрова Софья Александровна, 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
Р.1	Введение	Природа и свойства рентгеновских лучей. Источники рентгеновского излучения. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение и рассеяние рентгеновских лучей веществом. Радиационная безопасность. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнения Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга.  Структура кристалла и пространственная решетка. Кристаллографические проекции. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат. Точечные группы симметрии. Решетки Браве. Пространственные группы симметрии. Классификация и обозначения структурных типов. Изоструктурность и изотипия. Кристаллографические интернациональные таблицы.
Р.2	Экспериментальные методы	Метод Лауэ (полихроматический). Методы вращения и качания. Метод Вайсенберга. Метод фотографирования обратной решетки. Прямая и обратная решетка. Основные свойства обратной решетки.  Метод порошка. Принципиальные основы. Современные методы съемки порошковых дифрактограмм: порошковые дифрактометры, фокусирующие камеры. Геометрия съемки с параллельным пучком.  Современная рентгеновская дифракционная аппаратура. $\theta$ - $2\theta$ и $\theta$ - $\theta$ дифрактометры. Виды фокусировки. Фокусировка по Брэггу-Брентано. Монохроматизация излучения. Способы

		<p>формирования параллельного пучка. Зеркало Гёбеля. Способы регистрации рентгеновского излучения. Позиционно-чувствительные детекторы. Высоко- и низкотемпературная рентгенография. Автоматизация эксперимента. Форматы экспериментальных данных. Пакеты прикладных программ.</p> <p>Пробоподготовка. Подготовка поликристаллического образца. Особенности работы с малым количеством образца. Особенности приготовления образца для температурной камеры. Понятие текстуры. Выбор условий съемки и проведение эксперимента.</p>
<b>Р.3</b>	Рентгенофазовый анализ	<p>Первичная обработка экспериментальных данных. Определение положения линий дифракционного спектра. Программы первичной обработки.</p> <p>Качественный анализ. Метод Финка. Метод Ханавальта. Чувствительность качественного анализа. Штрих-диаграммы. Справочная литература. Базы структурных и дифракционных данных (PDF-2, PDF-4, ICDD, COD, CRYSTMET). Системы поиска. Работа с базами данных. Интернет-ресурсы.</p> <p>Методы количественного анализа. Метод внутреннего стандарта. Метод внешнего эталона. Метод гомологических пар. Программы для проведения качественного и количественного фазового анализа.</p> <p>Определение межплоскостных расстояний. Число формульных единиц и рентгеновская плотность. Прецизионное определение параметров элементарной ячейки. Оценка качества дифракционного спектра. Систематические и случайные погрешности. Съемка с эталоном. Программы для расчета</p> <p>Индицирование дифрактограмм, снятых по методу порошка. Методы индицирования. Законы погасания рефлексов. Число линий на дифрактограмме. Графическое и аналитическое индицирование. Автоиндицирование. Программы автоиндицирования.</p> <p>Изучение фазовых превращений. Построение диаграмм состояния. Исследование условий образования твердых растворов. Закон Вегарда.</p>
<b>Р.4</b>	Рентгеноструктурный анализ	<p>Определение структурных факторов из интенсивностей дифракционных максимумов. Методы определения координат атомов в кристалле. Уточнение структурных параметров.</p> <p>Основные положения и формулы. Критерии качества уточнения структуры. Возможности и ограничения метода. Исходные инструментальные и структурные данные. Методы оценки стартовых величин. Профильный анализ. Характеристики дифракционного пика на рентгенограмме. Функции профиля, полуширина, асимметрия. Метод фундаментальных параметров. Проблемы разделения пиков.</p> <p>Программы уточнения кристаллической структуры вещества по методу Ритвельда. Анализ электронной плотности. Бесструктурное уточнение. Метод моделируемого отжига.</p>

		<p>Метод зарядового перескока. Программы визуализации кристаллической структуры.</p> <p>Анализ микроструктурных эффектов: размеры областей когерентного рассеяния (ОКР) и микронапряжений в кристаллах. Рентгенография жидкостей. Малоугловое рассеяние. Функция радиального распределения.</p> <p>Наноматериалы. Исследование текстуры. Несоразмерные и модулированные структуры. Расшифровка новых структур.</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 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 задачи в выбранной области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### РФА и РСА

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Современные методы структурного анализа веществ : учебник.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003> (Электронное издание)
2. Журавель, Л. В.; Рентгенография металлов и сплавов : лабораторный практикум.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/91793.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Ковба, Л. М.; Рентгенография в неорганической химии : учебное пособие для вузов.; МГУ, Москва; 1991 (14 экз.)

2. Горелик, С. С., Расторгуев, Л. Н., Скаков, Ю. А.; Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение.; МИСИС, Москва; 2002 (38 экз.)

3. Новиков, И. И., Новиков, А. И., Строганов, Г. Б.; Металловедение, термообработка и рентгенография : Учеб. для металлург. и машиностроит. специальностей вузов.; МИСИС: Metallurgy, Moscow; 1994 (14 экз.)

4. ; Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов".; Metallurgy, Moscow; 1982 (92 экз.)

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

Academic Search Ultimate EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>

ООО Научная электронная библиотека <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**

Bilbao Crystallographic Server <https://www.cryst.ehu.es/>

Crystallography Open Database <http://www.crystallography.net/cod/>

International Union of Crystallography <https://www.iucr.org/>

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

### **РФА и РСА**

**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	OriginPro Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ



		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Персональные компьютеры по количеству обучающихся	OriginPro  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ  Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	не требуется
5	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство	OriginPro  Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Химия и технология наноразмерных**  
**неорганических 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. Классификация неорганических наноразмерных систем	Основные понятия: нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура, наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства.  Квантовые наноструктуры различной размерности: 0D-, 1D-, 2D-, 3D-структуры.  Основные классы неорганических наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены, нанотрубки). Компактные наноструктурированные материалы: наноструктурированные кристаллы; разупорядоченные твердотельные структуры (наноструктурированные металлы, сплавы; нанокompозиты; нанопористые материалы; наноструктурированные многослойные материалы). Порошковые наноматериалы.
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 методов.

3	Конденсационные 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 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. Методы сжигания. Глицин-нитратный метод. Метод Печини. Целлюлозная (тканевая, бумажная) технология. Пиролиз полимерно-солевых композиций.</p> <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.</p> <p>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. Методы получения углеродных наноматериалов: метод лазерного испарения, химическое осаждение из газовой фазы, электродуговой метод.</p>
4	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>
5	Методы исследования наноразмерных систем	<p>Микроскопические методы исследования наноматериалов. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения. Сканирующая электронная микроскопия. Зондовая сканирующая микроскопия (сканирующая туннельная, атомно-силовая, ближнепольная оптическая). Дополнительные возможности зондовой микроскопии: атомные манипуляции и литография. Спектроскопические методы исследования наноматериалов. Дифракционные методы исследования. Малоугловое рассеяние нейтронов и рентгеновских лучей. Дифракция медленных электронов. Газово-адсорбционный метод определения удельной поверхности порошкообразных материалов и оценки размера частиц. Ограничения и возможности различных методов исследования, принципы их комбинирования.</p>

6	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. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей. 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>
7	Нанохимия. Основные аспекты изучения и решаемые проблемы	<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. 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. 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. Адсорбция типа "Твердое/Твердое". Адгезионная теория контактного плавления. Эвтектики, как микрогетерогенные связнодисперсные наносистемы. Супрамолекулярная концепция эвтектик. Неавтономные межфазные соединения, их роль в формировании транспортных свойств и реакционной способности.</p>
8	Нанотехнологии. Области использования и перспективы развития	<p>Применение наноструктур в химии и химической технологии. 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. Наноэнергетика. Топливные элементы и устройства для хранения энергии. Элементы наноэлектроники и нанофотоники</p>

		<p>(фото детекторы, полупроводниковые транзисторы и лазеры, солнечные элементы, наносенсоры и др.) Молекулярные электронные устройства (переключатели и электронные схемы на молекулярном уровне). Устройства сверхплотной записи информации. Наноэлектромеханические 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 темпланта для синтеза). Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нано технологий 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 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	<p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>У-1 - Проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p> <p>П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов</p>

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

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Химия и технология наноразмерных неорганических 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. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 2003 (2 экз.)
2. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : учеб. пособие для вузов.; Книжный дом «Университет», Москва; 2007 (1 экз.)
3. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : учеб. пособие для вузов.; Книжный дом «Университет», Москва; 2006 (2 экз.)
4. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)
5. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; URSS, Москва; 2014 (2 экз.)
6. Пул, Ч., Головин, Ю. И., Лучинин, В. В.; Нанотехнологии : учеб. пособие для вузов.; Техносфера, Москва; 2005 (22 экз.)
7. Раков, Э. Г.; Неорганические наноматериалы : учебное пособие для вузов.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; [2013] (5 экз.)
8. Раков, Э. Г.; Нанотрубки и фуллерены : учеб. пособие для вузов.; Логос, Москва; [2006] (3 экз.)
9. Бокштейн, Б. С., Ярославцев, А. Б.; Диффузия атомов и ионов в твердых телах : [монография].; МИСИС, Москва; 2005 (101 экз.)
10. Гусева, А. Ф.; Методы получения наноразмерных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (98 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

### Химия и технология наноразмерных неорганических 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc



		Периферийное устройство	
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	не требуется