

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  
2020 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143603	Методы получения материалов и наноматериалов

Екатеринбург, 2020

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химия и физика новых функциональных материалов	<b>Код ОП</b> 1. 04.04.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия, физика и механика материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.04.02

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	Гусева Анна Федоровна	к.х.н., доцент	доцент	Кафедра физической и неорганической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ



Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы диагностики материалов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль объединяет дисциплины, которые формируют представления о современных методах и способах анализа состава, структуры, свойств материалов: «Основы электронной микроскопии», «Современные методы РФА и РСА», «Современные спектроскопические методы». Задачей модуля является формирование у студентов: знания общих принципов рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа материалов; понимания особенностей дифракции разного вида излучений, применительно к исследованию строения упорядоченных и неупорядоченных веществ; понимания методов интерпретации и вычисления электронной дифракции и электронно-микроскопических изображений для определения структурных и аналитических характеристик твердых фаз и материалов; знания современных спектроскопических методов, включая АЭС, ААС и ИК-спектроскопию.

## 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	Методы получения материалов и наноматериалов	4
ИТОГО по модулю:		4

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и корреквизиты модуля	1. Методы диагностики 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
Методы получения материалов и наноматериалов	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных

	<p>междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>

	<p>ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов  З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы  У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов  У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий  П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов  П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач  З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР  У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР  У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР  П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР  П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения</p>

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в форме:

Очная

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы получения материалов и**  
**наноматериалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гусева Анна Федоровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и неорганической химии

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Гусева Анна Федоровна, доцент, Физической и неорганической химии

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

- Традиционная (репродуктивная) технология;

## 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-структуры. Основные классы неорганических наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены, нанотрубки, пиподы). Компактные наноструктурированные материалы: наноструктурированные кристаллы; разупорядоченные твердотельные структуры (наноструктурированные металлы, сплавы; нанокон- позиты; нанопористые материалы; наноструктуриро- ванные многослойные материалы). Порошковые наноматериалы.
2.	Диспергационные методы получения наноразмерных материалов	История развития методов синтеза наноматериалов; два основных технологических подход: диспергационный и конденсационный. Диспергационные методы синтеза. Механическое дробление. Диспергирование макроскопических частиц в растворах. Механохимический синтез нано- композитов и наночастиц. Метод разложения. Возможности и ограничения каждого метода.
2.	Конденсационные газо- фазные методы синтеза наноматериалов	Классификация конденсационных методов получения наноматериалов. Методы синтеза, основанные на конденсации из газовой фазы. Методы химической конденсации. Плазмохимический метод синтеза, особенности его реализации при использовании газообразного, капельножидкого и твердого сырья. Метод импульсного лазерного испарения. Метод гидролиза в пламени Методы физической конденсации. Метод молекулярных пучков. Аэрозольный метод. Метод криоконденсации. Электровзрыв металлических проволок. 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.
4.	Растворные методы синтеза наноматериалов	Растворные методы синтеза. Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы



		химического осаждения (соосаждения). Золь-гель метод. Гидротермальный метод. Метод комплексонатной гомогенизации. Метод замены растворителя. Синтез под действием микроволнового излучения. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS). 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.
5.	Самосборка и самоорганизация как метод получения наноматериалов	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.
6.	Физикохимия наноструктурированных материалов	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.
7.	Нанохимия. Основные аспекты изучения и решаемые проблемы	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.

1.3. Программа дисциплины реализуется:  
на государственном языке Российской Федерации.

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## **ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008 .— 456 с. 2009.  
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611>>.
2. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев .— 2-е изд., испр. — Москва : Физматлит, 2009 .— 416 с.  
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859>>.
3. Рыжонков Д. И. Наноматериалы / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури .— Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2010.— 365 с.  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3134](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3134)>.
4. Раков Э. Г.. Неорганические наноматериалы : учебное пособие для вузов / Э. Г. Раков.— Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=8683](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=8683)>.

### **Печатные издания**

1. Ярославцев А.Б. Химия твердого тела. - М.: Научный мир, 2009.- 328 с.
2. Пул Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие для вузов / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина, доп. В. В. Лучинина .— 2-е доп. изд. — М. : Техносфера, 2006 .— 336 с.

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

Не предусмотрено

### **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**

Не предусмотрено

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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	<b>Не предусмотрено</b>
2	Лабораторные занятия	Мебель лабораторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Весы mw-300t cas  Печь муфельная СНОЛ 8,2/1100 - 2 шт.  Редистиллятор RE-5  Плита нагревательная LOIP LH-302  Шкаф вытяжной ШВ-102 КГ - 2 шт.  Шкаф сушильный	<b>Не предусмотрено</b>
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	<b>Не предусмотрено</b>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством	<b>Не предусмотрено</b>

		студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
--	--	--	--