

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

Код модуля	Модуль
1143603	Методы получения материалов и наноматериалов

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гусева Анна Федоровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы получения материалов и наноматериалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из одноименной дисциплины и направлен на формирование у студентов представлений о неорганических материалах, в том числе в наносостоянии, имеющих перспективы практического использования, навыков и умений для получения веществ с заданными фазовым составом и набором физико-химических свойств.

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 кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Методы диагностики материалов2. Современные теоретические основы химии материалов3. 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	У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов

<p>междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</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>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</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</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>

		<p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы получения материалов и
наноматериалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Алябышева Ирина Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии
2	Гусева Анна Федоровна	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:

- Алябышева Ирина Владимировна, Доцент, физической и неорганической химии
- Гусева Анна Федоровна, 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	Стандартная керамической технология получения материалов. Экспериментальные методы исследования кинетики твердофазных реакций	Роль твердофазных реакций в современных технологиях. Классификация реакций твердых тел. Особенности твердофазных реакций. Преимущества и недостатки стандартной керамической технологии. Экспериментальные методы исследования. Гравиметрический метод. Анализ выделяющегося газа: масс-спектрометрия, хроматография. Изо- и неизотермические методы. Микроскопические методы: оптическая и электронная микроскопия. Рентгеновские методы. Спектроскопические методы: инфракрасная, комбинационное рассеяние, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Магнитные измерения. Измерение электропроводности и диэлектрических свойств. Химико-аналитические методы.
2	Кинетика твердофазных превращений	Стадийность твердофазных превращений. Последовательное и параллельное протекание стадий. Индукционный период. Учение о лимитирующей стадии. Законы зародышеобразования. Модели образования и роста зародышей. Первичная и вторичная кинетические области. Стадия массопереноса. Перенос через газовую фазу. Диффузионный перенос. Объемная, поверхностная и зернограничная диффузия. Диффузия по гетерофазным включениям. Стартовые элементарные стадии. Твердофазное распространение и покрывание. Роль соотношения поверхностных энергий. Адгезия. Поверхностная активность

		<p>компонентов и примесей. Реакции в смесях порошков. Распределение частиц по размерам. Кинетические уравнения. Изо- и неизотермические условия осуществления. Геометрические модели реакций: Яндера, Вагнера, Коматсу. Модельные кинетические уравнения: Ерофеева-Авраами, сжимающейся сферы, Яндера, Гистлинга-Броунштейна и другие. Обработка экспериментальных данных (методы линеаризации, метод приведенных координат). Модельные одномерные уравнения. Законы роста пленок, их физический смысл (линейный, параболический, логарифмический и др.). Экспериментальные методы моделирования: инертной метки, моделирование реакционных зон, свободной поверхности. Методы исследования диффузионных зон. Обработка экспериментальных данных (методы линеаризации, метод приведенных координат).</p>
3	Активное состояние твердых веществ и его роль в протекании твердофазных реакций	<p>Понятие «активное состояние» твердого вещества. Количественная мера активности твердой фазы. Интегральные и дифференциальные методы оценки активности. Способы активирования твердых веществ: изменение условий получения, введение микродобавок, механическое активирование.</p>
4	Особенности твердофазных реакций с участием веществ с ковалентно-ионной связью	<p>Связь доли ковалентности связи оксидов с особенностями строения, физических свойств и величиной поверхностной энергии оксидных материалов. Твердофазное растекание (покрывание) веществ с высокой долей ковалентности связи по поверхности веществ с высокой поверхностной энергией. Диффузия веществ с высокой долей ковалентности связи по ускоренным путям: поверхностная и зернограничная диффузия.</p>
5	Получение наночастиц и наноматериалов: диспергационные методы	<p>Основные понятия. Два основных технологических подхода к получению наночастиц: диспергационный и конденсационный. Диспергационные методы. Механическое дробление. Ультразвуковое диспергирование. Метод разложения.</p>
6	Получение наночастиц и наноматериалов: растворные методы	<p>Конденсационные методы получения наночастиц из раствора. Метод осаждения (соосаждения). Золь-гель метод. Метод сжигания нитрат-органических перкурсоров. Метод комплексоплатной гомогенизации. Растворные методы получения с дополнительным внешним воздействием. Гидротермальный метод. Метод получения при воздействии микроволнового излучения. Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя. Распылительная сушка. Метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS). Криохимический метод.</p>
7	Получение наночастиц и наноматериалов: методы синтеза, основанные на конденсации из газовой фазы	<p>Методы синтеза, основанные на конденсации из газовой фазы. Методы химической конденсации. Плазмохимический метод синтеза, особенности его реализации при использовании газообразного, капельножидкого и твердого сырья. Метод импульсного лазерного испарения. Метод гидролиза в пламени. Методы физической конденсации. Метод молекулярных пучков. Аэрозольный метод. Метод криоконденсации. Электровзрыв металлических проволок.</p>

8	Методы получения нановолокон и полых наночастиц	Использование конденсационных методов для получения оксидных нановолокон и дисперсных фаз из полых наночастиц.
9	Методы получения монокристаллов	Метод Чохральского. Методы Бриджмена, Стокбакера. Зонная плавка. Эпитаксиальный рост тонких слоев. Газопламенный метод Вернейля. Гидротермальный метод.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы получения материалов и наноматериалов

Электронные ресурсы (издания)

1. Анимиаца, 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)
2. Selivanova, N. M.; Physical Chemistry : educational aid.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/79252.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Третьяков, Ю. Д.; Твердофазные реакции; Химия, Москва; 1978 (7 экз.)
2. Третьяков, Ю. Д., Путляев, В. И.; Введение в химию твердофазных материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Химия, физика и механика материала".; Издательство Московского университета : Наука, Москва; 2006 (4 экз.)
3. Чеботин, В. Н., Козлова, В. И., Михайлов, А. Я.; Физическая химия твердого тела; Химия, Москва; 1982 (23 экз.)
4. Гусева, А. Ф.; Методы получения наноразмерных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (98 экз.)
5. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)
6. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; URSS, Москва; 2014 (2 экз.)
7. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 2003 (2 экз.)
8. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : учеб. пособие для вузов.; Книжный дом «Университет», Москва; 2006 (2 экз.)
9. Сергеев, Г. Б.; Нанохимия : учеб. пособие для вузов.; Книжный дом «Университет», Москва; 2007 (1 экз.)

10. Пинчук, Л. С., Белый, В. А., Мышкин, Н. К., Свириденко, А. И., Струк, В. А.; *Материаловедение и конструкционные материалы* : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Минск; 1989 (10 экз.)
11. Cox, P. A.; *Instant Notes Inorganic Chemistry*; BIOS Scientific Publishers, London; 2004 (1 экз.)
12. Atkins, P.; *Elements of Physical Chemistry*; Oxford University Press, Oxford; 2005 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://elibrary.ru>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

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

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

Методы получения материалов и наноматериалов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		<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>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>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>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>Не требуется</p>