

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт биотехнологий и химического инжиниринга
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБХИ


Т.В. Вобликова
« 22 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Научные основы нанотехнологических процессов

по направлению подготовки

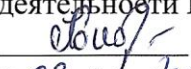
18.04.01 Химическая технология

направленности (профилю)

Технология неорганических веществ и функциональных материалов

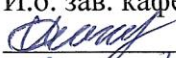
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ


Т.Н. Кондратьева
« 22 » декабря 20 22 г.

Разработал

И.о. зав. кафедрой ФПХ, к.х.н.


В.А. Исаков
« 22 » декабря 20 22 г.

Директор ИБХИ, д.т.н.


Т.В. Вобликова
« 22 » декабря 20 22 г.

Принято на заседании кафедры

протокол № 311 от « 16 » 12 20 22 г.

И.о. заведующего кафедрой ФПХ


В.А. Исаков
« 16 » декабря 20 22 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области физико-химических свойств наноматериалов, способов их получения и определения свойств, в частности, методов определения размера наночастиц.

Задачи:

- а) изучение основных понятий нанотехнологических процессов;
- б) изучение различных методов определения размеров наночастиц;
- в) ознакомление с перспективами развития технологий синтеза нанопорошков и компактных нанокристаллических материалов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 18.04.01 Химическая технология и направленности (профилю) Технология неорганических веществ и функциональных материалов (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): теоретические и экспериментальные методы в химии, инструментальные методы исследования в химической технологии, избранные главы химической технологии, ресурс- и энергосбережение в технологии неорганических веществ и функциональных материалов. Освоение учебного модуля является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): научно-исследовательская работа, технологическая (проектно-технологическая) практика и др.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебного модуля:

Профессиональные компетенции:

ПК-3 Способен совершенствовать технологический процесс, разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов, изыскивать способы утилизации отходов производства, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению

Результаты освоения учебного модуля:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебного модуля (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-3 Способен совершенствовать технологический процесс, разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов, изыскивать способы утилизации отходов производства, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению	Знать основные технологии производства неорганических веществ и функциональных материалов, методы получения различных материалов и их физико-химические характеристики	Уметь осуществлять выбор технологической линии производства неорганических веществ и функциональных материалов	Владеть методами аналитического контроля сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		3 семестр
1. Трудоемкость учебного модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	27	27
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	0	0
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	81	81
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен)	Зачет	Зачет

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и определения нанотехнологии. Методы определения размера наночастиц

1.1 Определение нанотехнологии, история и концепции развития

Классификация по размеру частиц и классификация наноматериалов по размерности (0D, 1D, 2D, 3D). Причины изменения свойств наноматериалов, размерный эффект. Основные типы структур наноматериалов: слоистая, волокнистая, равноосная. Обзор характерных представителей наноматериалов: графен, фуллерен, нанотрубки, нанопроволока, квантовые точки, нанокатализаторы.

1.2 Методы определения размера наночастиц

Электронная микроскопия: просвечивающая и сканирующая. Седиментация и лазерный дисперсный анализ. Дифракционные методы: определение размера частиц и их дефектности. Расчет координационного числа частицы. Определение плотности и пористости. Адсорбционные методы: определение удельной поверхности материала и расчет распределения пор по размерам.

Раздел 2. Синтез нанокристаллических порошков и компактных нанокристаллических материалов

2.1 Синтез нанокристаллических порошков

Общие подходы при получении нанопорошков. Газофазовый синтез. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Механосинтез. Детонационный синтез и электровзрыв. Синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

2.2 Получение компактных нанокристаллических материалов

Общие подходы при получении компактных нанокристаллических материалов. Компактирование нанопорошков: метод испарения и конденсации, магнитноимпульсный метод, ультразвуковое прессование. Осаждение на подложку: осаждение из плазмы, осаждение из коллоидных растворов, импульсное электроосаждение. Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация: кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование.

2.3 Свойства наноматериалов

Свойства изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков: структурные и фазовые превращения, фоновый спектр и теплоемкость, оптические свойства. Микроструктура компактных нанокристаллических материалов: границы раздела в компактированных наноматериалах, аномалии механического поведения

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебного модуля, УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
Раздел 1. Основные понятия и определения нанотехнологии. Методы определения размера наночастиц							
1.1	Определение нанотехнологии, история и концепции развития	1	3	0	1	16	Реферат Тест Коллоквиум
1.2	Методы определения размера наночастиц	2	3	0	1	16	
Раздел 2. Синтез нанокристаллических порошков и компактных нанокристаллических материалов							
2.1	Синтез нанокристаллических порошков	2	4	0	1	16	Реферат Тест Коллоквиум
2.2	Получение компактных нанокристаллических материалов	2	4	0	1	16	
2.3	Свойства наноматериалов	2	4	0	1	17	
	Промежуточная аттестация	зачет					
	ИТОГО	9	18	0	5	81	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

Не предусмотрены учебным планом

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Определение нанотехнологии, история и концепции развития (лекция-презентация)	1
2.	Методы определения размера наночастиц (лекция-презентация)	2
3.	Синтез нанокристаллических порошков (лекция-презентация)	2
4.	Получение компактных нанокристаллических материалов (лекция-презентация)	2
5.	Свойства наноматериалов (лекция-презентация)	2
	ИТОГО	9

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Определение работы выхода электрона и длины волны де Бройля для частиц различных размеров (решение задач)	3
2.	Определение размера наночастиц методом просвечивающей электронной микроскопии (решение задач)	3
3.	Синтез нанокристаллических порошков (решение задач)	4
4.	Получение компактных нанокристаллических материалов (решение задач)	4
5.	Свойства наноматериалов (решение задач)	4
	ИТОГО	18

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебной дисциплины представлено в Приложении

Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		Лаборатория, оборудованная лабораторной мебелью, посудой и оборудованием	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран, интерактивная доска	
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины Научные основы нанотехнологических процессов

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть – общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть – фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Реферат 1	1.1 Определение нанотехнологии, история и концепции развития 1.2 Методы определения размера наночастиц	15	ПК-3
2.	Тест 1		25	
3.	Коллоквиум 1		35	
4.	Реферат 2	2.1 Синтез нанокристаллических порошков	15	
5.	Тест 2	2.2 Получение компактных нанокристаллических материалов	25	
6.	Коллоквиум 2	2.3 Свойства наноматериалов	35	
Промежуточная аттестация				
	Зачет			
	ИТОГО		150	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 – Тест

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	15	10

Пример тестовых заданий по разделу 1:

1. Какой размер должны иметь наночастицы?
А) менее 1 нм; Б) менее 100 нм; В) менее 1000 нм
2. Какую размерность имеют кластеры?
А) 0 D; Б) 1 D; В) 2 D; Г) 3 D

3. Какую размерность имеют нанотрубки?
А) 0 D; Б) 1 D; В) 2 D; Г) 3 D
4. Какую размерность имеют нанопленки?
А) 0 D; Б) 1 D; В) 2 D; Г) 3 D
5. Какую размерность имеют нанокристаллы?
А) 0 D; Б) 1 D; В) 2 D; Г) 3 D
6. Какой химический состав имеют фуллерены?
А) C₆₀; Б) CF₄; В) SiF₄
7. Как изменяется прочность материала при переходе к наноразмерам?
А) уменьшается; Б) не изменяется; В) увеличивается
8. Как изменяется температура плавления материала при переходе к наноразмерам?
А) уменьшается; Б) не изменяется; В) увеличивается
9. Каким методом можно измерить размер наночастиц?
А) рентгеновская дифракция; Б) инфракрасная спектроскопия; В) ядерный магнитный резонанс
10. Каким методом можно измерить размер наночастиц?
А) сканирующая микроскопия; Б) лазерный дисперсионный; В) седиментационный

Пример тестовых заданий по разделу 1:

1. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) прессование; Б) золь-гель синтез; В) экструзия
2. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) дробление; Б) осаждение из плазмы; В) сплавление
3. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) детонационный синтез; Б) кристаллизация; В) термический синтез
4. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) сплавление; Б) дробление; В) механосинтез
5. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) метод испарения и конденсации; Б) экструзия; В) прессование
6. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) молекулярно-лучевая эпитаксия; Б) напыление; В) СВЧ-сушка
7. Как изменяется твердость материала при переходе к наноразмерам?
А) уменьшается; Б) не изменяется; В) увеличивается
8. Каким методом можно синтезировать наночастицы?
А) флотация; Б) гидратация; В) самораспространяющийся высокотемпературный синтез
9. Каким методом можно синтезировать наноматериалы?
А) окатывание; Б) равноканальное угловое прессование; В) флокуляция
10. Каким методом можно синтезировать наноматериалы?
А) коагуляция; Б) таблетирование; В) импульсное электроосаждение

Таблица А.3 – Реферат

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Полнота раскрытия темы реферата	15	1

Перечень примерных тем рефератов:

1. «Практические аспекты использования наноматериалов в катализе»
2. «Получение и применение наноматериалов на основе углерода»
3. «Получение и применение нанокomпозиционных материалов на основе слоистых алюмосиликатов»

4. «Нанотехнологии и наноматериалы в катализе»
5. «Селективные каталитические нанокompозиты»
6. «Механохимический синтез нанокompозитов и наночастиц»
7. «Размерные эффекты в химии гетерогенных систем»
8. «Химические свойства наноразмерных систем»

Таблица А.4 – Коллоквиум

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов на вопросы	15	3

Пример коллоквиума 1:

1. Определение нанотехнологии, история и концепции развития.
2. Основные типы структур наноматериалов: слоистая, волокнистая, равноосная.
3. Характерные представители наноматериалов: графен.

Пример коллоквиума 2:

1. Электронная микроскопия: просвечивающая и сканирующая.
2. Адсорбционные методы: определение удельной поверхности материала.
3. Получение компактных наноматериалов осаждением на подложку: осаждение из плазмы.

Приложение Б
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины Научные основы нанотехнологических процессов

Таблица 1 – Основная литература*

<i>Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)</i>	<i>Кол. экз. в библ. НовГУ</i>	<i>Наличие в ЭБС</i>
Печатные источники		
1 Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2009. - 415 с.	11	
2 Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 366 с.	5	
Электронные ресурсы		
1 Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-9299-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/189483 (дата обращения: 28.12.2022).		
2 Исакова, И. В. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / И. В. Исакова, Е. В. Черкасова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 68 с. — ISBN 978-5-00137-058-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122211 (дата обращения: 28.12.2022).		

Таблица 2 – Дополнительная литература

<i>Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)</i>	<i>Кол. экз. в библ. НовГУ</i>	<i>Наличие в ЭБС</i>
Печатные источники		
1 Суздаев И. П., Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - М.: КомКнига, 2006. - 589 с.	1	
2 Сергеев Г.Б., Нанохимия: учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. - М.: Книжный дом "Университет", 2007. - 334 с.	2	
3 Старостин В. В., Материалы и методы нанотехнологии: учеб. пособие / В. В. Старостин; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 432 с.	5	
Электронные ресурсы		
1 Минько, Д. В. Теория и практика получения функционально-градиентных материалов импульсными электрофизическими методами : монография / Д. В. Минько, К. Е. Белявин, В. К. Шелег. — Минск : БНТУ, 2020. — 450 с. — ISBN 978-985-583-551-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174888 (дата обращения: 28.12.2022).		
2 Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. — ISBN 978-5-398-01617-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160880 (дата обращения: 28.12.2022).		

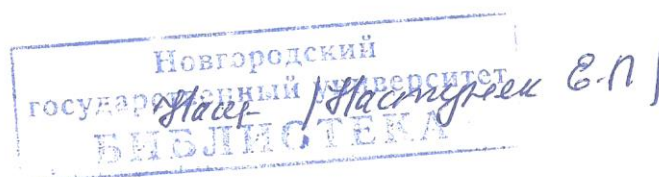
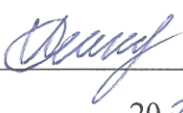
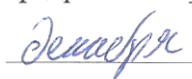


Таблица 3 – Информационное обеспечение

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
Электронная база данных электронной библиотечной системы «Лань» https://e.lanbook.com	Договор № СЭБ НВ-283 от 09.11.2020	31.12.2023
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prilib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
База данных спектров органических соединений https://sdb.sdb.aist.go.jp/	в открытом доступе	

И.о. зав. кафедрой ФПХ  В.А. Исаков« 12 »  2022 г.

Рабочая программа актуализирована на 20__ / 20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__ / 20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__ / 20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

[illegible]