

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Раздел 4. Реализация процессов синтеза нанокомпозитных материалов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	ЕНиТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)		
Учебный план	28.03.02 Наноинженерия; 08.03.01 Строительство		
Направленность (профиль)	Инженерия нанокомпозитных материалов в строительстве		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	128	Виды контроля в семестрах: экзамен, 8 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	52		
самостоятельная работа	44		
часов на контроль	32		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лекции	20	20	20	20
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	52	52	52	52
Контактная работа	52	52	52	52
Сам. работа	44	44	44	44
Часы на контроль	32	32	32	32
Итого	128	128	128	128

Программу составил(и):

Бондаренко Л.И., доцент, _____

Рецензент(ы):

Пророкова Н.П., профессор, _____

Рабочая программа дисциплины

Раздел 4. Реализация процессов синтеза нанокompозитных материалов

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.02 Нанотехнологии. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 923

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (Приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

составлена на основании учебного плана

28.03.02 Нанотехнологии; 08.03.01 Строительство

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

ЕНиТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)

Зав. кафедрой И.В. Красильников _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой ЕНиТБ Красильников И.В. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	– научиться использовать знание координационной, коллоидной и физической химии для проведения целенаправленной иммобилизации чрезвычайно реакционноспособных наноразмерных частиц (НРЧ) металлов высокомолекулярными соединениями; - на основе сведений о физико-химических свойствах различных систем выбирать метод создания нанокompозитного материала, а также методы оценки свойств материалов, овладеть термодинамическими и кинетическими расчетами
Задачи:	- уметь проводить эксперименты и анализировать их результаты по получению нанокompозитов различными способами; - иметь опыт проведения расчетов с целью определения основных параметров процессов их получения (выход целевого продукта, уровень дисперсности получаемых частиц и др.); - уметь использовать сведения о физико-химических свойствах различных систем для выбора метода создания наноматериала; - получить практические навыки выполнения экспериментальной работы по получению наноматериалов в виде пленок, порошков и других наноструктурированных объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.01.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	знать: - координационную, коллоидную и физическую химию для проведения целенаправленной иммобилизации чрезвычайно реакционноспособных наноразмерных частиц (НРЧ) металлов высокомолекулярными соединениями; уметь: - проводить эксперименты и анализировать их результаты по получению нанокompозитов различными способами; - использовать сведения о физико-химических свойствах различных систем для выбора метода создания наноматериала; - выполнять экспериментальную работу по получению наноматериалов в виде пленок, порошков и других наноструктурированных объектов. владеть: - методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, - методами создания нанокompозитных материалов, а также методами оценки свойств материалов, термодинамическими и кинетическими расчетами. - методами проведения физических и химических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении научного эксперимента.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	1. Производственная практика (преддипломная практика) 2. Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ПК-2: Способен выполнять работы по поиску экономических и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	
ПК-2.1. Проводит лабораторные испытания продуктов-аналогов	
ПК-2.2. Анализирует результаты лабораторных испытаний инновационных наноструктурированных композиционных материалов и продуктов-аналогов	
ПК-2.3. Разрабатывает аналитический отчет по результатам лабораторных испытаний и рекомендаций по эффективному достижению заданных свойств	
ПК-3: Способен подбирать технологические параметры процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	
ПК-3.1. Умеет выбирать технологические линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- технологию производства; - физико-химические основы получения композиционных материалов; - оборудование лаборатории и правила его эксплуатации; - методы проведения лабораторного контроля; - нормативные правовые акты по оформлению технической документации; - методы получения композиционных материалов
Уметь:	- производить поисковые работы для разработки новых методов производства композитов; - использовать лабораторное оборудование для проведения экспериментальных работ; - оформлять рабочую документацию и протоколы испытаний по результатам проведенных экспериментальных исследований; - проводить эксперимент по заданной методике; - составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты; - подбирать технологические параметры процесса производства наноструктурированных композиционных материалов

Владеть:	- навыками проведения лабораторных испытаний продуктов-аналогов; - анализировать результатов лабораторных испытаний инновационных наноструктурированных композиционных материалов и продуктов-аналогов; - разработка аналитического отчета по результатам лабораторных испытаний и рекомендаций по эффективному достижению заданных свойств; - выбор технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами
-----------------	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Основные принципы и механизмы стабилизации НРЧ металлов высокомолекулярными соединениями Тема 1.1. Общая характеристика и свойства наноразмерных частиц металлов Тема 1.2. Пути стабилизации наноразмерных частиц полимерами			
/Лек/	8	2	
/Пр/	8	4	
/Лаб/	8	4	
/СР/	8	10	
Раздел 2. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Тема 2.1. Микрокапсулирование наноразмерных частиц полимерами. Тема 2.2. Синтез металлополимерных материалов методами конденсации и вакуумного напыления Тема 2.3. Получение полимер - иммобилизованных наноразмерных частиц методом полимеризации в плазме Тема 2.4.Получение золь металлов в полимерах термическим разложением прекурсоров Тема 2.5 Восстановительные методы синтеза полимер-иммобилизованных наночастиц Тема 2.6 Электрохимические способы формирования полимер - иммобилизованных наноразмерных частиц.			
/Лек/	8	10	
/Пр/	8	4	
/Лаб/	8	4	
/СР/	8	10	
Раздел 3. Процессы иммобилизации кластеров металлов. Тема 3.1 Иммобилизация кластеров монометаллического вида. Тема 3.2 Иммобилизация гетерополиметаллических кластеров. Тема 3.3 Получение металлокластеров методом полимеризации и сополимеризации кластерсодержащих мономеров.			
/Лек/	8	4	
/Пр/	8	4	
/СР/	8	12	
Раздел 4. Основные области применения полимер-иммобилизованных НРЧ и кластерных частиц металлов. Тема 4.1 Модифицирующее действие НРЧ на полимерные матрицы Тема 4.2 Электрические и магнитные свойства Тема 4.3 Полимер-иммобилизованные НРЧ как оптические и полупроводниковые материалы			
/Лек/	8	4	
/Пр/	8	4	
/Лаб/	8	8	
/СР/	8	12	
/Эк/	8	32	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. Чтение лекций по данной дисциплине будет проводиться с использованием мультимедийных презентаций. Презентация позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на рисование на доске схем, написание формул и других сложных объектов, что дает возможность увеличить объем излагаемого материала. Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в учебниках, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т.д. Электронная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала. Презентация также позволяет ознакомить обучающихся со схемами и общим видом уникальных приборов

исследования и диагностики наноматериалов. Обучающимся предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к экзамену.

При работе в малоконтингентной группе, сформированной из достаточно успешных студентов, целесообразно использовать диалоговую форму ведения лекций с использованием элементов практических занятий, постановкой и решением проблемных задач и т.д.

В основе лабораторной работы лежит упражнение, в рамках которого решаются познавательные задачи и большое внимание уделяется овладению научной терминологией, умению устанавливать связи между различными научными категориями, иллюстрировать теоретические положения самостоятельно подобранными примерами.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы к экзамену

1. Синтез углеродных нанотрубок.
2. Новые технологии получения ультрадисперсных материалов, основанные на синергетике химического и физического воздействия.
3. Многослойные покрытия со специальными функциями.
4. Новые поколения синтетических кристаллов функциональных материалов.
5. Магнитомягкие и магнито жесткие материалы.
6. Магнитодиэлектрики (ферриты).
7. Магнитоактивные композиты и материалы для магнитной записи.
8. Термоэлектрические материалы.
9. Биокерамика.
10. Материалы на основе фосфатов кальция.
11. Высокоэнергетические магниты.
12. Наноматериалы в современном мире
13. Самоорганизованные гибридные нанокompозиты — пленки Ленгмюра-Блоджетт.
14. Возможности золь-гель технологии для получения органо-неорганических полимерных нанокompозитов.
15. Самосборка и самоорганизация в наносистемах.
16. Природа и роль наноразмерных эффектов в создании новых функциональных материалов.
17. Криохимический синтез наноматериалов.
18. Детонационный синтез наноалмазов. Применение наноалмазов.
19. Методы получения консолидированных наноматериалов интенсивной пластической деформацией.
20. Темплатный синтез наноразмерных материалов.

Примерные темы рефератов

1. Успехи в синтезе металло-органических полимеров.
2. Сверхпроводящие керамики.
3. Молекулярные ферромагнетики.
4. Синтез углеродных нанотрубок.
5. Пористые неорганические мембраны.
6. Новые технологии получения ультрадисперсных материалов, основанные на синергетике химического и физического воздействия.
7. Фотохромные стекла.
8. Процессы получения пленок.
9. Многослойные покрытия со специальными функциями.
10. Новые поколения синтетических кристаллов функциональных материалов.

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РПД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Вольхин В. В.	Химия металлов и неметаллов. Нанохимия. Наноматериалы : учебное пособие., 136 с. https://e.lanbook.com/book/160935 , ,	Пермь : ПНИПУ, 2005,
Л1.2	Соловов, Р. Д.	Синтез и исследование наночастиц и наноматериалов. Практикум : учебное пособие / Р. Д. Соловов, В. В. Орличеня, ,	Москва : РТУ МИРЭА, 2023,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Петрова Е.В.	Синтез и свойства микро и наноразмерных предшественников керамики и компонентов полимерных композиционных материалов : монография, ,	Казань : КФУ, 2015,
Л2.2	Кострюков В. Ф.	Термодинамика процессов синтеза функциональных материалов. Механохимия : учебное пособие, ,	Воронеж : ВГУ, 2018,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Офисные приложения: Microsoft Office Standart2007 (Лицензия №44711992 от 21.10.2008); Microsoft Office Professional Plus 2007 (Лицензия №64873126 от 03.06.2015, №64714135 от 30.01.2015, бонус к лицензии №64714165 от 30.01.2015); Microsoft Office Professional Plus 2010 (бонус к лицензии №64714165 от 30.01.2015); Microsoft Office Professional Plus 2013 (Лицензия № 64714165 от 30.01.2015); Microsoft Office Standart 2010 (Лицензия №64873126 от 03.06.2015); Microsoft Office Standart 2013 (Лицензия №64873126 от 03.06.2015) Свободно распространяемое: программный пакет Moodle, Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Libre Office, Open Office, 7-Zip, Foxit PDF Reader, GIMP.
--	---

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

В качестве материально-технической базы используются:

1. Лекционная аудитория с проектором и ноутбуком.

2. Лаборатория, имеющее следующее оборудование: атомно-силовой и туннельный микроскопы, установка пьезокварцевого микровзвешивания, ванна Ленгмюра, микротвердомер, оптический микроскоп с цифровой насадкой, аналитические весы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении курса целесообразно дать обучающимся некоторые рекомендации по организации их самостоятельной работы и изложить те требования, которые будут предъявлены к обучающимся во время лекционных, практических и лабораторных занятий.

1. Лекционные занятия

При изучении лекционного материала обучающимся полезно руководствоваться следующими правилами.

- Необходимо составлять подробный конспект каждой лекции, записывая основные положения, математические выводы и обоснования, определения величин, формулировки законов, выполнять необходимые рисунки, графики, схемы.
- Конспект составляется в тетради на одной стороне листа (или на каждой странице оставляются большие поля) для того, чтобы можно было вносить необходимые дополнения из ре-комендуемой литературы.
- Перед каждой следующей лекцией, перед практическим и лабораторным занятием необходима систематическая работа над конспектом лекции. Нужно выделить в каждой лекции определения и формулировки законов и запомнить их, уяснить физическое содержание изучаемого вопроса, приведенного доказательства или вывода формулы и обратить внимание на практическое применение физических явлений и законов.
- Если появятся непонятные вопросы, следует записать их, чтобы выяснить у преподавателя на консультации или обратиться к рекомендуемой литературе.

2. Лабораторные работы

Для подготовки к лабораторным работам каждый обучающийся должен получить в библиотеке методические указания к лабораторным работам или на портале электронного образования <https://moodle.ivgpu.ru/>. В этих указаниях даны описания лабораторных работ, излагается методика выполнения экспериментальной и расчетной части работы.

Каждое лабораторное занятие включает в себя следующие этапы:

- проверка готовности к выполнению лабораторной работы;
- выполнение предусмотренных опытов, измерений и вычислений;
- подготовка письменного отчета;
- сдача отчета по предыдущей работе.

При подготовке к лабораторным работам обучающимся необходимо использовать конспекты лекций, рекомендуемые учебники и имеющиеся в библиотеке вуза методические указания, в которых, помимо теоретического введения, имеется методика теоретической и экспериментальной части работы.

Проверка готовности обучающихся к выполнению лабораторной работы осуществляется преподавателем в процессе устного собеседования.

Во время лабораторного занятия все необходимые исходные данные и результаты измерений заносятся в журнал экспериментальной работы, который должен содержать название и номер работы, заранее подготовленные таблицы для внесения полученных результатов. Здесь же производятся все необходимые вычисления.

По каждой выполненной работе должен быть составлен отчет, включающий в себя:

- номер, название и цель работы;
- перечень используемых приборов и принадлежностей;
- схему установки;
- основные расчетные формулы;
- таблицу результатов измерений и вычисления;
- расчет погрешностей измерений;
- построение необходимых графиков;
- запись окончательного результата с учетом погрешностей и выводы.

При подготовке к экзамену необходимо руководствоваться перечнем контрольных вопросов, приведенных в каждой работе, которые отражают как основные теоретические аспекты работы, так и методику экспериментального изучения явлений и закономерностей.

3. Практические занятия

Практические занятия имеют своей целью углубить понимание теории, осмыслить основные физическо-химические законы, научить применять их к решению конкретных задач. Эти цели могут быть достигнуты только при условии, что соответствующий материал по теме занятия обучающимся проработан.

На некоторых практических занятиях предусмотрена проверка уровня подготовленности обучающихся к занятию. Для этого обучающимся предлагаются тесты, состоящие из 20 вопросов и 4-5 альтернативных ответов на каждый из них. Задача обучающегося выбрать среди предложенных ответов верные.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.