

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Золь-гель синтез наночастиц

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 нанокompозитных материалов в строительстве		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	64	Виды контроля в семестрах: зачет, 7 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	26		
самостоятельная работа	38		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	14	14	14	14
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	26	26	26	26
Контактная работа	26	26	26	26
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль				
Итого	64	64	64	64

Программу составил(и):

Бондаренко Л.И., доцент, _____

Рецензент(ы):

Пророкова Н.П., профессор, _____

Рабочая программа дисциплины

Золь-гель синтез наночастиц

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия. 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 Наноинженерия; 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 Чекунова М.Д. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой ЕНиТБ Красильников И.В. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	Целью дисциплины является знакомство обучающихся с особенностями получения наночастиц золь-гель синтезом.
Задачи:	– научиться использовать знание координационной, коллоидной и физической химии для получения современных и перспективных материалов; - на основе сведений о физико-химических свойствах различных систем выбирать метод получения наночастиц, а также оценки их свойств, овладеть термодинамическими и кинетическими расчетами; - иметь опыт проведения расчетов с целью определения основных параметров процессов получения наночастиц (выход целевого продукта, уровень дисперсности получаемых частиц и др.).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.07.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Для успешного усвоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные законы неорганической, органической и физической химии, иметь понятие о механизмах химических реакций, строении атома. Уметь: решать типовые химические, физические и технологические задачи, использовать основные химические законы и справочные данные; работать в коллективе; пользоваться персональным компьютером для поиска информации и решения профессиональных задач. Владеть: методами поиска и обмена информацией в локальных и глобальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с ком-пьютерными системами; - методами проведения физических и химических измерений.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Умные материалы в строительстве Углеродные наноструктурированные материалы

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ДПК-1:Способность решать профессиональные задачи с помощью знаний, приобретенных в процессе формирования индивидуальной образовательной траектории	
ДПК-1.2. Формирование творческого отношения к решению профессиональных задач	
ДПК-1.3. Формирование практических навыков в области информационно-коммуникационных технологий	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- основные типы и классы современных и перспективных наноматериалов; - современные и перспективные процессы золь-гель синтеза наночастиц; - принципы и методики исследований золь-гель систем; - современные информационные технологии в профессиональной деятельности.
Уметь:	- использовать сведения о физико-химических свойствах различных систем для выбора метода осуществления золь-гель процесса получения наносистем; - получать тонкие покрытия методом золь-гель синтеза и оценивать их характеристики; - создавать с помощью информационных технологий презентации выполненных работ для размещения в сети Интернет.
Владеть:	- методами создания наноструктурированных материалов с помощью золь-гель синтеза; - способностью подбирать лабораторно-аналитическое оборудование для получения наноразмерных частиц методом золь-гель; - навыками информационных технологий в обработке экспериментальных результатов исследования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Общие сведения о золь-гель-технологии. Основные термины и определения.			
/Лек/	7	2	
/СР/	7	3	
Раздел 2. Золь-гель системы как объект коллоидной химии. Тема 2.1. Дисперсные системы. Тема 2.2. Устойчивость дисперсных систем Тема 2.3. Реологические свойства дисперсных систем.			
/Лек/	7	4	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	3	
Раздел 3. Классификация золь-гель процессов и материалов. Тема 3.1. Неорганические и керамические золь-гель материалы. Тема 3.2. Гибридные органо-неорганические материалы. Тема 3.3. Темплатный синтез.			
/Лек/	7	4	
/Пр/	7	8	
/СР/	7	12	
Раздел 4. Основы теории фракталов и теории перколяции Тема 4.1. Понятие о фрактальных системах Тема 4.2. Классификация фракталов Тема 4.3. Основные понятия теории перколяции			
/Лек/	7	2	
/СР/	7	10	
Раздел 5. Экспериментальные методы исследования золь-гель систем с фрактальной структурой Тема 5.1. Спектроскопические методы исследования нанокompозитных золь-гель материалов. Тема 5.2. Методы диагностики фрактальных структур			
/Лек/	7	2	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	10	
/За/	7	0	

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). 1. Традиционные образовательные технологии Практические занятия – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму, выполнение практических заданий в учебной аудитории с возможностью консультаций и обсуждений с преподавателем и другими обучающимися. 2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности обучающихся. Технологии проблемного обучения будут реализованы во время проведения проблемных лекций, лекций изложение материала которой, предполагает постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, 3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии Лекция-визуализация – изложение лекции сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических). Практические занятия под руководством преподавателя в интерактивной форме, с использованием мультимедийных средств. Выполнение индивидуальных заданий с консультациями преподавателя. Предполагается применение информационных образовательных технологий, а также учебно-методических материалов, в процессе преподавания дисциплины в электронно-информационной образовательной среде ИВГПУ (система Цифровой Политех). Курсовые работы или проекты по данной дисциплине не планируются.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации предусматривают: 1. Коллоквиум Вопросы к коллоквиуму по теме практ. занятия "Расчет составов пленкообразующих кремнезольей, модифицированных различными неорганическими соединениями" 1. Назовите стадии получения пленок золь-гель методом. 2. Какие основные неорганические и органические вещества используют для синтеза пленкообразующих зольей.

3. Какие золи называются пленкообразующими? Какими обязательными свойствами они должны обладать?
4. Как можно контролировать толщину пленок, нанесенных из зольей?
5. Расскажите методику расчета и приготовления кремнезольей?

2. Темы рефератов

1. Полимерные золи
2. Темплантный синтез пористых материалов
3. Применение малоуглового рассеивания рентгеновских лучей для анализа золь-гель процессов.
4. Физические фракталы
5. Золь-гель технология оксидных наноматериалов
6. Получение стекловидных и гибридных органо-неорганических покрытий для микроэлектроники
7. Получение нанокмполитов для изготовления мембран водородных топливных элементов
8. Получение порошков с модифицированной поверхностью.
9. Основные виды продукции, получаемые золь-гель методом.
10. Виды классификаций дисперсных систем.

3. Вопросы к зачету.

1. Определение золь-гель-технологии. Основные стадии золь-гель синтеза материалов.
2. Методы получения коллоидных зольей.
3. Тиксотропия и ее роль в технологических процессах.
4. Классификация золь-гель процессов. Отличие золь-гель процессов первого поколения от золь-гель процессов второго поколения.
5. Темплантный синтез.
6. Классификация дисперсных систем. Свойства систем как функция их дисперсности.
7. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение по Эйнштейну-Смолуховскому, экспериментальная проверка.
8. Диффузия. Закон Фика. Уравнение Эйнштейна для диффузии. Определение размера диффундирующих частиц.
9. Вязкость, упругость, пластичность, уравнения Ньютона, Пуазейля, Эйнштейна.
10. Причины аномальной вязкости дисперсных систем. Неньютоновские жидкости; пре-дельное напряжение сдвига; уравнение Бингама.
11. Понятие о фрактальной системе. Виды размерностей
12. Классификация фракталов.
13. Основные понятия теории перколяции. Порог протекания. Перколяционный радиус.
14. Спектроскопические методы исследования нанокмполитных золь-гель материалов.
15. Метод малоуглового рассеивания рентгеновских лучей для анализа золь-гель процессов.
16. Метод Херста (R/S метод).
17. Метод Барроу.
18. Фрактальная плоскость. Метод виртуальных объемов (NF – метод). Геометрический смысл показателя NF
19. Метод средней точки с приращениями во всех.

Рейтинг обучающегося по дисциплине в семестре может составить до 100 баллов, при этом до 50 баллов выставляется за текущую работу в семестре и до 50 баллов – на зачете.

В системе рейтинг-контроля предусматривается поощрение обучающихся за хорошую работу, активное участие в научной работе, конференциях, посещение лекций (до 10 баллов).

Рейтинговые баллы, полученные в семестре и на зачете, складываются и определяют итоговую оценку по дисциплине.

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	Рыжонков Р.И.	Наноматериалы : учебное пособие для вузов, ,	М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008,
Л1.2	Шилова О. А.	Золь-гель технология микро- и нанокмполитов : учебное пособие, 304 с. https://e.lanbook.com/book/168546 , ,	Санкт-Петербург: Лань, 2013,
Л1.3	Порозова С. Е.	Поверхностно-активные вещества в золь-гель технологии : учебное пособие, - 134 с. https://e.lanbook.com/book/160602 , ,	Пермь : ПНИПУ, 2014,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Батаев В.А., Буров В.Г., Батаев И.А. и др.	Процессы и технологии получения наноразмерных порошков и наноструктурированных материалов : учебное пособие– 283 с. , ,	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017,
Л2.2	Помогайло А. Д., Джардималиева Г.И.	Мономерные и полимерные карбоксилаты металлов, 399 с., ,	Москва: Физматлит, 2009,
Л2.3	Изгородин А.К.	Электрические и магнитные свойства полимерных композиционных материалов: учебное пособие, 108 с., ,	Иваново: ИВГПУ, 2015,

Л2.4	Гапоненко Н. В.	Основы процессов получения легированных оксидных пленок методами золь-гель-технологии и анодного окисления : учебное пособие, – 153 с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577757 , ,	Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019,
Л2.5	Семенов С. А.	Металлополимерные композиционные материалы : учебное пособие,— 95 с. URL: https://e.lanbook.com/book/182445 , ,	Москва : РТУ МИРЭА, 2021,

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

	Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows XP Professional (Лицензия № 42475881 от 13.07.2007), Microsoft Windows 7 Professional (лицензия №49261729 от 04.11.2011, №64714165 от 30.01.2015), Microsoft Office Office Standart 2007 (Лицензия №44711992 от 21.10.2008), Microsoft Office Office Standart 2010 (Лицензия №64873126 от 03.06.2015) Свободно распространяемое: программный пакет Moodle, Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Libre Office, Open Office, Total Commander, 7-Zip, Foxit PDF Reader, GIMP и др.
--	---

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, центрифуга, оптический микроскоп с цифровой насадкой, аналитические весы, дилатометр, реактор CV Dompa.
- 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 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 рекомендуемой литературы.
- Перед каждой следующей лекцией, перед практическим 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. Практические занятия

Проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученным обучающимся на лекциях, формирование понимания связи между теоретическими положениями и методологией решения практических задач по тематике лекций, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе. Для успешной подготовки к коллоквиумам и контрольным работам обучающимся рекомендуется выполнять регулярную самостоятельную проработку теоретического материала лекций и решать задачи, аналогичные тем, решение которых разбиралось на практических занятиях.

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

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.