Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
«_02_» ___июня___ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 ХИМИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль)	Органическая и медицинская химия
Форма обучения	очная
Квалификация	химик

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «ХИМИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Программу составил(и):
А.В. Беспалов, доцент, канд. хим. наук

Рабочая программа дисциплины « Химия наноструктурных материалов» утверждена на заседании кафедры органической химии и технологий
протокол № 10 « 28 » апреля 2026г.
Заведующий кафедрой д-р хим. наук, Доценко В.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 « 29» апреля 2026г
Председатель УМК ФХиВТ канд. хим. наук Беспалов А.В.

Рецензенты:

Строганова Т.А.., канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО « Кубанский государственный технологический университет»

Буков Н.Н. , д-р хим. наук, профессор каф. общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Химия наноструктурных материалов» является освоение профессиональных знаний и получение профессиональных навыков в области современных наноразмерных систем и наноструктурных материалов, а также методов их получения и исследования.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Химия наноструктурных материалов» состоят в изучении теоретических представлений нанохимии и общих принципов влияния структуры наноматериалов на их свойства, получение практических навыков в области лабораторного синтеза и исследования наноразмерных систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия наноструктурных материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучению дисциплины «Химия наноструктурных материалов» предшествует изучение дисциплин «Физика», «Неорганическая химия», «Кристаллохимия», «Супрамолекулярная химия».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	
ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает основные физические и химические методы получения и исследования наносистем
	умеет осуществлять жидкофазный лабораторный синтез наноразмерных частиц
ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	владеет навыками химического синтеза и спектрального исследования неорганических наносистем и перспективных органических молекул
ПК-4. Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	
ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	знает особенности физики и химии наноразмерных систем и наноструктурных материалов
	умеет устанавливать взаимосвязь структуры наноразмерных систем с их физико-химическими свойствами
ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	владеет навыками определения возможных областей применения различных наноструктурных материалов
ПК-5. Способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	
ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	знает основные методы поиска и обработки научной и научно-технической информации
	умеет осуществлять поиск научной и научно-технической информации в области нанохимии при

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	помощи специализированных систем компьютерного поиска
ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	умеет осуществлять целесообразный выбор необходимого теоретического материала для выполнения предложенной работы
	владеет методами обработки и первичной интерпретации теоретического материала для предложенной работы

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			8 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		**50**	**50**
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		34	34
практические занятия			
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.2	0.2
Самостоятельная работа, в том числе:		**37.8**	**37.8**
Оформление лабораторных работ		12	12
Самостоятельное изучение теоретического материала		10.8	10.8
Самостоятельное решение задач		5	5
Подготовка к текущему контролю		10	10
Контроль:			
Общая трудоемкость	**час.**	**108**	**108**
	в том числе контактная работа	**70.2**	**70.2**
	зач. ед.	**3**	**3**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Введение	8	4	-	2	2
2.	Свойства наноматериалов	18	4	-	4	10
3.	Методы исследования нанообъектов	16	8	-	2	6
4.	Способы получения наночастиц	32	8	-	14	10
5.	Устойчивость и методы стабилизации наночастиц	14	4	-	4	6
6.	Углеродные наноматериалы	15.8	4	-	8	3.8
	ИТОГО по разделам дисциплины		34		34	37.8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	-	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	-	-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение	История развития нанонауки.	-
2.	Введение	Современные представления и тенденции развития нанохимии.	решение задач
3.	Свойства наноматериалов	Размерные эффекты в нанохимии. Структурные и электронные «магические» числа. Зависимость реакционной способности и физических свойств от размера кластеров.	решение задач, ЛР1
4.	Свойства наноматериалов	Оптические свойства металлических наночастиц и кластеров: плазмонное поглощение, теория Ми. Электрические и магнитные свойства наноматериалов. Каталитические свойства наночастиц.	решение задач, ЛР3
5.	Методы исследования нанообъектов	Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия.	решение задач
6.	Методы исследования нанообъектов	Виды сканирующей зондовой микроскопии: сканирующая туннельная (СТМ), атомно-силовая (АСМ) и сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля (СОМБП).	решение задач
7.	Методы исследования нанообъектов	Ионно-полевая микроскопия. Рентгено-дифракционный метод определения структуры и размеров частиц.	решение задач
8.	Методы исследования нанообъектов	Масс-спектрометрия и другие спектральные методы в химии наноструктурных материалов.	решение задач
9.	Способы получения наночастиц	Физические методы получения наночастиц: лазерная абляция, метод молекулярных пучков, катодное распыление, аэрозольный метод.	решение задач, ЛР2
10.	Способы получения наночастиц	Сонохимическое диспергирование. Криохимический синтез. Термолиз металлоорганических реагентов.	решение задач, ЛР4
11.	Способы получения наночастиц	Химический синтез наночастиц в растворе. Восстановители, применяемые для химического синтеза. Фото- и радиационно-химическое восстановление.	решение задач, ЛР5
12.	Способы получения наночастиц	Синтез в мицеллярных системах. Двухфазный синтез в водно-органических средах.	решение задач, ЛР5
13.	Устойчивость и методы стабилизации наночастиц	Агрегативная и кинетическая устойчивость наночастиц. Фотостимулированная агрегация наночастиц. Механизмы стабилизации наночастиц полимерами и поверхностно-активными веществами в растворе.	решение задач, ЛР6

14.	Устойчивость и методы стабилизации наночастиц	Матричная изоляция наночастиц в пористых полимерах. Дендримерные соединения как матрицы для получения наночастиц.	решение задач, ЛР6
15.	Углеродные наноматериалы	Фуллерены: разновидности и методы получения. Химические реакции фуллеренов. Фуллериты и их свойства. Эндоэдральные комплексы фуллеренов.	решение задач
16.	Углеродные наноматериалы	Структура углеродных нанотрубок и методы их получения. Свойства и применение углеродных нанотрубок. Пиподы. Графен.	решение задач

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Способы получения наночастиц	Получение наноразмерных частиц серебра в водных растворах методом химического восстановления	ЛР1
2.	Способы получения наночастиц	Получение наноразмерных частиц серебра в водных растворах методом фотохимического восстановления	ЛР2
3.	Устойчивость и методы стабилизации наночастиц	Изучение агрегативной устойчивости стабилизированных наноразмерных частиц серебра в растворе	ЛР3
4.	Свойства наноматериалов	Получение и исследование магнитной жидкости	ЛР4
5.	Способы получения наночастиц	Получение и исследование квантовых точек сульфида свинца и сульфида кадмия	ЛР5
6.	Способы получения наночастиц	Получение пирофорных нанопорошков разложением солей металлов	ЛР6
7.	Углеродные наноматериалы	Получение органического люминофора - 1,5-дифенил-3-бензилиденпиразолона. Часть 1. Синтез дибензилиденацетона.	ЛР7
8.	Углеродные наноматериалы	Синтез органического люминофора - 1,5-дифенил-3-бензилиденпиразолона. Часть 2. Синтез целевого продукта.	ЛР7
9.	-//-	Решение задач по всем разделам курса	решение задач

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Дзидзигури, Э. Л. Нанотехнологии. Практика : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 193 с. — ISBN 978-5-93208-883-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/387593.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	1. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 4-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 480 с. — ISBN 978-5-93208-781-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/451541. 2. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы : монография / Р. А. Андриевский. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 255 с. — ISBN 978-5-00101-906-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151512. 3. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория

		знаний, 2026. — 400 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/512076.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Химия наноструктурных материалов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме задач для решения в аудитории, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

		Результаты обучения	Наименование оценочного средства

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	(в соответствии с п. 1.4)	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает основные физические и химические методы получения и исследования наносистем	Задачи для решения в аудитории; Лабораторная работа	Вопрос на зачете
		умеет осуществлять жидкофазный лабораторный синтез наноразмерных частиц	Лабораторная работа	-
2	ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	владеет навыками химического синтеза и спектрального исследования неорганических наносистем и перспективных органических молекул	Лабораторная работа	-
3	ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	знает особенности физики и химии наноразмерных систем и наноструктурных материалов	-	Вопрос на зачете
		умеет устанавливать взаимосвязь структуры наноразмерных систем с их физико-химическими свойствами	Задачи для решения в аудитории	Вопрос на зачете
4	ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	владеет навыками определения возможных областей применения различных наноструктурных материалов	Лабораторная работа	Вопрос на зачете
5	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	знает основные методы поиска и обработки научной и научно-технической информации	Реферат	-
		умеет осуществлять поиск научной и научно-технической информации в области нанохимии при помощи специализированных систем компьютерного поиска	Реферат	-
6	ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	умеет осуществлять целесообразный выбор необходимого теоретического материала для выполнения предложенной работы	Реферат	-
		владеет методами обработки и первичной интерпретации теоретического	Реферат	-

		материала для предложенной работы		

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для коллективного решения в аудитории

1. Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность 110 $м^2/г$. Считая, что порошок состоит из сферических частиц одинакового размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность TiO_2 равна 3,6 $г/см^3$.

2. Монослой графита – двумерную сетку правильных шестиугольников из атомов углерода называют графеном. В 2004 г. А. Гейм и К. Новоселов смогли выделить такой слой из монокристалла графита и разместить его в виде пленки на поверхности кремниевой подложки. В 2010 г. это достижение было отмечено Нобелевской премией по физике. Рассчитайте массу графенового квадрата размером 1×1 см. Длину связи C-C в графите возьмите из справочной литературы. Для насыщения свободных валентностей углерод в графене способен образовывать связи с газообразными веществами. Чему равно максимальное число атомов водорода, которое может присоединить указанный выше графеновый квадрат?

3. Органические соединения нередко используются для стабилизации неорганических наночастиц, образуя на поверхности последних защитный слой, препятствующий агрегации наночастиц, их окислению и протеканию других нежелательных химических реакций. Обычно для этой цели применяют различные тиолы, мины, фосфины, фосфиноксиды и другие вещества, содержащие атом с неподеленной парой электронов. При восстановлении $HAuCl_4$ боргидридом натрия в присутствии додецилтиола образуются наночастицы золота диаметром 3,9 нм, покрытые монослоем тиола. При стоянии на воздухе этот раствор постепенно «стареет». При этом средний размер частиц золота увеличивается до 6,2 нм.

1). Какая часть (в %) молекул додецилтиола при «старении» перейдет в раствор? В виде каких соединений они будут находиться в растворе?

Другой метод получения наночастиц золота заключается в восстановлении $NaAuCl_4$ цитратом натрия в присутствии 12-аминододецилтиола.

2). Напишите уравнения протекающих при этом реакций. Рассчитайте объем газа (н.у.), выделившегося при образовании 1 г наночастиц золота.

3). Обе указанные реакции проводили в двухфазной системе октанол-вода. В какой фазе будут находиться полученные золи золота?

4. Чему равна максимально возможная масса углеродных нанотрубок, которые можно получить из графита массой 1 г?

5. Реакция CO + NO в присутствии кластеров палладия Pd_{20-30} протекает при 300 К. что на 150 К ниже температуры реакции, катализируемой монокристаллическим палладием. Используя уравнение Аррениуса для константы скорости, оцените, во сколько раз кластеры уменьшают энергию активации по сравнению с монокристаллическим палладием (считайте, что значение A не зависит от размера частиц Pd).

6. Наночастицы золота известны своими уникальными свойствами. Сколько кластеров состава Au_8 можно получить из 2,5 $см^3$ металлического золота? Плотность золота составляет 19,3 $г/см^3$.

7. Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1,4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70 % ее объема.

8. Три юных химика Вася, Петя и Дима получили задание синтезировать квантовые точки селенида цинка. «Селен – ближайший аналог серы», - рассуждали они. Поэтому метод получения селенида цинка должен быть близок к методу синтеза сульфида. Из справочника они узнали, что селенид цинка – желтое вещество, нерастворимое в воде. При выборе метода синтеза мнения химиков разделились. Вася смешал в пробирке крепкие растворы селенида аммония и хлорида цинка. Петя взял вместо селенида аммония селеномочевину $(NH_2)_2CSe$, а Дима пропустил ток селеноводорода через слабый раствор ацетата цинка с добавленной в него олеиновой кислотой. Изучим лабораторные журналы ребят. В журнале с обложкой красного цвета записано, что мгновенно выпал лимонно-желтый осадок, в тетради зеленого цвета сделана запись – «раствор окрасился в желтоватый цвет», а в черном журнале – «при нагревании пробирки образовалось золотистое зеркало».

1). Что называют квантовыми точками?

2). Какого цвета журнал у каждого из ребят?

3). Для чего применяли селеномочевину, олеиновую кислоту?

9. Пиролизом ……. в присутствии водорода на оксидном катализаторе при 950 °С получены …….. диаметром 3–6 нм, состоящие из двух-трех ……. . Полученный продукт очищали от примеси катализатора, обрабатывая его ……, а затем высушивали в вакууме. Комплекс палладия с дибензилиденацетоном (DBA) состава $Pd_2(DBA)_3$ растворили в толуоле, раствор профильтровали и внесли в него в атмосфере аргона полученные ранее ……. . Выделившийся при охлаждении черный осадок нанокатализатора отделили от желтого раствора фильтрованием, промыли и высушили. Испарением фильтрата можно регенерировать весь ……., использованный для синтеза комплекса.

1). Заполните многоточия в тексте словами.

2). Что собой представляет полученный катализатор?

3). В какой степени окисления находится палладий в исходном комплексе?

4). Полученный катализатор можно использовать для гидрирования непредельных соединений. Назовите два вещества, не являющиеся изомерами, которые можно получить гидрированием дифенилацетилена.

5). Какие модификации углерода способны образовывать комплексы с палладием? Приведите примеры подобных соединений.

6). Какова природа связи металл–углерод в этих соединениях?

10. В одной из научных лабораторий исследовали кинетику фотоокисления тиофена, растворенного в смеси *н*-октан/вода = 1:1, кислородом воздуха в присутствии катализатора – порошка TiO_2. Порошок был приготовлен золь-гель методом и имел удельную поверхность 110 $м^2/г$.

1). Как вы думаете, почему исследователей заинтересовал такой раствор? Какую роль в нем играет вода? Напишите уравнение полного окисления тиофена кислородом в растворе.

2). Считая, что порошок катализатора состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность TiO_2 примите равной 3,6 $г/см^3$.

Результаты кинетических экспериментов приведены в таблице.

Масса TiO_2 (г) на 100 мл раствора	Зависимость концентрации тиофена c(мг/л) от времени t(ч)
0	$\ln c(t) = -0{,}159t + \text{const}$
0,05	$\ln c(t) = -0{,}334t + \text{const}$
0,1	$\ln c(t) = -0{,}641t + \text{const}$
0,15	$\ln c(t) = -0{,}447t + \text{const}$

3). Каково оптимальное количество катализатора? Предположите, почему увеличение массы катализатора выше этого значения тормозит реакцию.

4). При оптимальном количестве катализатора:

а) определите порядок реакции окисления тиофена;

б) рассчитайте константу скорости и период полураспада тиофена;

в) оцените, используя уравнение Аррениуса, насколько катализатор снижает энергию активации.

Список примерных тем для рефератов

1. Возможности золь –гель метода при получении органо-неорганических систем различной природы.
2. Пленки Ленгмюра–Блоджетт – основная технология получения наносистем, используемых в микроэлектронике и компьютерных технологиях.
3. Перспективы использования темплатного синтеза для получения наноструктурных материалов различного назначения.
4. Криохимический синтез наноматериалов.
5. Детонационный синтез наноалмазов. Применение наноалмазов.
6. Диспергирующие устройства для получения наноматериалов: шаровые, планетарные, струйные, вихревые, вибрационные мельницы, аттриторы, вибро-мельницы, дезинтеграторы.
7. Сонохимический синтез наночастиц. Роль кавитации.
8. Методы синтеза и применение магнитных наночастиц.
9. Применение углеродных нанотрубок в различных областях техники.
10. Наноразмерные объекты в биологии и медицине.

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Чем объясняется возникновение на поверхности наночастиц избыточной поверхностной энергии?
2. Какое явление называется поверхностным плазмонным резонансом?
3. Что называется молярным коэффициентом экстинкции и как рассчитать его величину, используя закон Ламберта-Бера?
4. Какое явление называют гигантским комбинационным рассеянием света и где оно применяется?
5. Как возникает поверхностный плазмонный поляритон и где возможно его применение?
6. Какие физические и химические явления могут происходить с молекулами веществ, адсорбированных на поверхности наночастиц серебра под действием поверхностного плазмонного резонанса?
7. Чем объясняется повышенная бактерицидная активность наночастиц серебра?

8. По какому механизму происходит восстановление наночастиц серебра с помощью цитрат-аниона?

9. Какой процесс приводит к росту наночастиц серебра при восстановлении ионов серебра тетрагидроборатом натрия?

10. Какие способы получения наночастиц серебра Вы еще знаете?

Лабораторная работа №2

1. Приведите механизм фотохимического восстановления ионов серебра в водном растворе ПАК.

2. Охарактеризуйте распределение наночастиц серебра по размерам, полученных при помощи фотохимического восстановления. Сравните с результатами боргидридного восстановления.

3. Какие побочные процессы протекают при фотохимическом или радиохимическом восстановлении катионов серебра в водных растворах?

4. Что представляет собой «синее серебро», каковы его строение и свойства?

Лабораторная работа №3

1. Какие внешние факторы приводят к ускорению процесса агрегации золей металлов?

2. Какие механизмы стабилизации наночастиц металлов высокомолекулярными соединениями Вам известны?

3. Что такое фотостимулированная коалесценция?

4. При помощи каких физико-химических методов можно исследовать процессы агрегации золей металлов?

Лабораторная работа №4

1. Что представляет собой магнитная жидкость?

2. Какие вещества могут выступать в роли дисперсной фазы в магнитных жидкостях?

3. Назовите основные способы получения магнитных жидкостей.

4. Какие вещества могут использоваться в качестве стабилизаторов для магнитных жидкостей?

5. В каких областях науки и техники в настоящее время применяются магнитные жидкости?

6. Чем объясняется высокая эффективность смазок на основе магнитных жидкостей?

7. Какое применение магнитные жидкости находят в медицине?

Лабораторная работа №5

1. Назовите известные Вам способы получения наночастиц полупроводниковых материалов.

2. Что такое ТОРО? В чем преимущества и недостатки методов синтеза наночастиц с использованием ТОРО?

3. В чем отличие полупроводников от металлов, полуметаллов, диэлектриков?

4. Какой порядок имеет ширина запрещенной зоны у сульфидов свинца и кадмия?

5. Какую роль при синтезе наночастиц играет ПВС? К реакциям какого типа относится реакция, происходящая при этом синтезе?

6. Напишите формулу, связывающую ширину запрещенной зоны PbS (CdS) с размером его частиц.

Лабораторная работа №6

1. Какие соли металлов чаще всего используются в качестве прекурсоров для получения нанопорошков?
2. Какие побочные продукты выделяются при термолизе солей металлов в зависимости от природы соли и условий проведения реакции?

Лабораторная работа №7

1. Напишите уравнение и механизм реакции получения органического люминофора. Как называется эта реакция?
2. Предположите возможные побочные продукты приведенной реакции.
3. Рассчитайте выход реакции и соотношение реагентов.
4. Что такое люминесценция? Какие виды люминесценции Вам известны? Чем они обусловлены?

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Список вопросов для подготовки к зачету

1. История развития нанонауки.
2. Современные представления и тенденции развития нанохимии.
3. Размерные эффекты в нанохимии.
4. Структурные и электронные «магические» числа.
5. Зависимость реакционной способности и физических свойств от размера кластеров.
6. Оптические свойства металлических наночастиц и кластеров: плазмонное поглощение, теория Ми.
7. Электрические и магнитные свойства наноматериалов.
8. Каталитические свойства наночастиц.
9. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия.
10. Общие принципы сканирующей зондовой микроскопии.
11. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).
12. Атомно-силовая микроскопия (АСМ).
13. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля (СОМБП).
14. Ионно-полевая микроскопия.
15. Рентгено-дифракционный метод определения структуры и размеров частиц.
16. Применение масс-спектрометрии для исследования наносистем.
17. Получение наночастиц методом лазерной абляции.
18. Получение наночастиц методом молекулярных пучков.
19. Получение наночастиц методом катодного распыления.
20. Получение наночастиц аэрозольным методом.
21. Сонохимическое диспергирование.
22. Криохимический синтез наносистем.
23. Термолиз металлоорганических реагентов.
24. Химический синтез наночастиц в растворе.
25. Восстановители, применяемые для химического синтеза.
26. Фото- и радиационно-химическое восстановление.
27. Синтез в мицеллярных системах.
28. Двухфазный синтез в водно-органических средах.
29. Агрегативная и кинетическая устойчивость наночастиц.

30. Фотостимулированная агрегация наночастиц.

31. Механизмы стабилизации наночастиц поверхностно-активными веществами в растворе.

32. Механизмы стабилизации наночастиц высокомолекулярными соединениями в растворе.

33. Матричная изоляция наночастиц в пористых полимерах.

34. Дендримерные соединения как матрицы для получения наночастиц.

35. Фуллерены: разновидности и методы получения.

36. Химические реакции фуллеренов.

37. Фуллериты и их свойства. Эндоэдральные комплексы фуллеренов.

38. Структура углеродных нанотрубок и методы их получения.

39. Свойства и применение углеродных нанотрубок.

40. Пиподы. Графен.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по зачету
«зачтено» базовый уровень	Студент успешно освоил все разделы изучаемой дисциплины, самостоятельно выполнил и защитил лабораторные работы, сформировал систему знаний и умений в области современной химии и физики наноматериалов, в которой могут присутствовать ошибки и допущения, не имеющие принципиального характера.
«не зачтено» менее 50%, уровень не сформирован	Студент плохо владеет теоретическим материалом, не способен самостоятельно защитить лабораторные работы, система знаний в области современной химии и физики наноматериалов содержит большое число ошибок, либо вовсе не сформирована.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 4-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 480 с. — ISBN 978-5-93208-781-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/451541.

2. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы : монография / Р. А. Андриевский. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 255 с. — ISBN 978-5-00101-906-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151512.

3. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2026. — 400 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/512076.

4. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 368 с. — ISBN 978-5-93208-550-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/507639.

5. Дзидзигури, Э. Л. Нанотехнологии. Практика : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 193 с. — ISBN 978-5-93208-883-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/387593.

5.2. Периодическая литература

1. Журнал общей химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвящённые актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии, а также на границах химии и смежных с ней наук (металлоорганические соединения, элементоорганическая химия, органические и неорганические комплексы, механохимия, нанохимия и т. д.).

2. Коллоидный журнал - российский научный журнал, в котором публикуются результаты исследований в области химической науки, касающиеся проблем дисперсного состояния вещества и поверхностных явлений в дисперсных системах. Темами журнала являются образование коллоидных систем, их молекулярно-кинетические и оптические характеристики, поверхностные силы, взаимодействие коллоидных частиц, стабилизация, критерии потери стабильности различными дисперсными системами.

3. Российские нанотехнологии - российский научный журнал, в котором публикуются оригинальные статьи, результаты фундаментальных исследований междисциплинарного характера, направленных на изучение структуры и свойств наноразмерных объектов и наноматериалов, изучение общих закономерностей, связанных с их формированием, технологиями обработки, практической реализацией изделий и устройств на их основе. Существенное значение уделяется представлению обзоров по актуальным научным направлениям, связанным с развитием нанотехнологий как в России, так и за рубежом. В журнале публикуются также сведения о деятельности российский организаций, работающих в области нанотехнологий и сведения о ведущих тематических конференциях по данному направлению.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
9. Springer Journals https://link.springer.com/
10. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
11. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
12. Springer Materials http://materials.springer.com/
13. Springer eBooks: https://link.springer.com/

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Нанохимия» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;

2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 410С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные IKA HS 7 – 8 шт., ротационные испарители – 2 шт., рефрактометр ИРФ-454 Б2М, приборы для определения температуры плавления ПТП – 8 шт., химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и	Microsoft Windows; Microsoft Office

	беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office