



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

---

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО

Руководитель ОП Т.П. Кустова

29 августа 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Нанокаталитические системы

Уровень высшего образования:	магистратура
Квалификация выпускника:	магистр
Направление подготовки:	04.04.01 Химия
Направленность (профиль) образовательной программы:	Нанобиотехнологии

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Нанокаталитические системы» является изучение основных законов наноразмерного состояния, понимание принципов действия наноразмерных катализаторов, возможностей и перспектив применения нанокатализа и связанных с ними явлений, имеющих практическое значение для подготовки магистров, владеющих представлениями о современных направлениях развития химии и химической технологии, обладающих широкой химической эрудицией и научным мировоззрением, как основы для научно-исследовательской работы в области химических и технических наук, для производственно-технологической деятельности в химической отрасли промышленности и сфере наукоемких технологий и педагогической деятельности в химическом образовании.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Нанокаталитические системы» относится к дисциплинам по выбору части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, методически связана и опирается на знания, полученные ранее в программах бакалавриата, а также базируется на результатах изучения дисциплины «Приоритетные направления развития химии в XXI веке» (1, 2 семестры), «Физические методы исследования био- и наносистем» (2, 3 семестры), «Супрамолекулярная химия» (3 семестр).

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** законы и основные понятия органической химии (классы органических соединений, синтез органических веществ, качественные реакции, структуру органических соединений); законы и основные понятия неорганической химии (классы неорганических соединений, синтез неорганических веществ, качественные реакции, структуру неорганических соединений); законы и основные понятия физической и коллоидной химии (теории растворов, термодинамические свойства коллоидных систем, поверхностные явления и т.д.), основные принципы клеточной организации биологических объектов, мембранные процессы и механизмы ферментативного катализа;

**Уметь:** пользоваться учебной, научной, справочной литературой, сетью Интернет;

**Иметь:** навыки проведения химических экспериментов; навыки владения физико-химическими методами анализа веществ.

Содержательно освоение данной дисциплины как вспомогательной необходимо при изучении дисциплин «Практикум по физической химии био- и наносистем» (4 семестр) и «Практикум по органической химии био- и наносистем» (4 семестр).

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

в) профессиональные (ПК):

**ПК-3:** способен выявлять актуальные научные проблемы в химии, в том числе в области нанобиотехнологий, и разрабатывать подходы к их решению.

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** фундаментальные понятия и тенденции развития современного катализа, принципы действия наноразмерных катализаторов, роль поверхностных атомов наночастиц при формировании свойств нанокатализаторов, основные типы наночастиц, механизмы самосборки,



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

методы исследования нанокаталитических систем; основные области применения нанокатализаторов (ПК-3);

**Уметь:** представлять возможности и перспективы применения нанокатализа и связанных с ними явлений, анализировать свойства наноразмерных катализаторов; формировать подходы и выбирать методы и приборы для исследования нанокаталитических систем (ПК-3);

**Иметь:** навыки владения глубоким мировоззрением и широким кругозором в области современного катализа; глоссарием терминов каталитических процессов и технологий; опытом поиска новых сведений о прогрессивных технологиях в катализе и встраивания их в систему знаний по естественным наукам; навыки определения возможности использования методов и материалов нанобиотехнологий в различных каталитических процессах (ПК-3).

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

##### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	<b>Роль катализа в нанохимии и нанобиотехнологии.</b> <b>Методы исследования нанокаталитических систем.</b>  Презентация проекта, выступление с докладом.  Контрольная работа по материалам раздела.	4	2	4 практ. занятие	Защита проектов Черновик реферата, файл презентации и конспект доклада  Контрольная работа № 1
2.	<b>Гомогенный нанокатализ.</b>  Презентация проекта, выступление с докладом.  Контрольная работа по материалам раздела.	4	2	4 практ. занятие	Защита проектов Черновик реферата, файл презентации и конспект доклада  Контрольная работа № 2
3.	<b>Гетерогенный нанокатализ.</b>  Презентация проекта, выступление с докладом.	4	2	4 практ. занятие	Защита проектов Черновик реферата, файл презентации и конспект доклада



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

	Контрольная работа по материалам раздела.				Контрольная работа № 3
4.	<b>Обзор нанокаталитических процессов. Биокатализ.</b>  Презентация проекта, выступление с докладом.  Контрольная работа по материалам раздела.	4	2	4 практ. занятие	Защита проектов Черновик реферата, файл презентации и конспект доклада  Контрольная работа № 4
Итого по дисциплине:			8	16	Зачет

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

##### ***Раздел 1. Роль катализа в нанохимии и нанобиотехнологии.***

Наноструктурированные катализаторы. Типы нанокаталитических систем, их характерные особенности. Катализ в процессах получения нанобъектов.

##### ***Раздел 2. Методы исследования нанокаталитических систем.***

Кристаллографические методы исследования (рентгеноструктурный анализ, порошковая дифрактография). Определение размеров частиц: масс-спектрометрические методы.

Методы микроскопии: просвечивающая электронная микроскопия, ионно-полевая микроскопия, сканирующая микроскопия. Сканирующая микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Устройство сканирующего туннельного микроскопа, принцип действия которого основан на туннельном эффекте. Атомно-силовой микроскоп, режимы работы.

Спектроскопические методы в анализе наноразмерных катализаторов: инфракрасная и рамановская спектроскопия, фотоэмиссионная и рентгеновская спектроскопия, магнитный резонанс.

##### ***Раздел 3. Гомогенный нанокатализ.***

Коллоидные кластеры и наноструктуры. Коллоидные наночастицы переходных металлов как квазигомогенные нанокаталитические системы.

Катализ на основе супрамолекулярных и макромолекулярных систем (краун-эфиры, криптанды, каликсарены, поданды, порфирины, дендримеры и комплексы на их основе).

##### ***Раздел 4. Гетерогенный нанокатализ.***

Типы гетерогенных нанокаталитических систем, методы получения и свойства.

Углеродные наноструктуры (графен, углеродные нанотрубки, фуллерены).

Наночастицы и нанокластеры металлов и оксидов металлов.

Металлические нанокатализаторы. Роль размерных эффектов в изменении основных характеристик нанокаталитических частиц: активности, селективности, стабильности.

##### ***Раздел 5. Обзор нанокаталитических процессов.***

Окисление оксида углерода. Окисление метана и других углеводородов. Селективное гидрирование ацетилена и бутадиена.



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

Нанокатализаторы в нефтепереработке. Гидрообессеривание нефтепродуктов. Каталитический крекинг.

Синтез углеводородного топлива по Фишеру-Тропшу на нанокатализаторах.

**Раздел 6. Биокатализ.**

Ферментативный катализ. Ферменты в пищевой и текстильной промышленности, в фармакологии и биотехнологии.

**5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины «Нанокаталитические системы» используются следующие образовательные технологии:

- проектная технология,
- технология развития критического мышления;
- технология учебной дискуссии;
- групповая работа.

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- технологии смешанного обучения (чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций; использование ЭИОС «Мой университет» при подготовке к контрольным работам).

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к написанию контрольных работ и опорных конспектов, проведения анализа парфюмерно-косметического средства по выбору и выполнении проекта по выбранной теме, которое включает в себя поиск и анализ литературы по теме, написание реферата, подготовку доклада по реферату, его конспекта, а также создание презентации, иллюстрирующей доклад. Методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины в ЭИОС «Мой университет» (содержит вопросы к контрольным работам, темы проектных заданий, требования к реферату и презентации).

**7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

В качестве оценочных средств для проведения текущего контроля выступают: контрольные работы (вопросы для контрольных работ) и защита проектов. Для проведения итогового контроля – зачет (вопросы для подготовки к зачету). Зачет проводится в устной форме. Для их оценки создана рейтинговая система, в рамках которой обучающиеся могут набрать по данной дисциплине за семестр максимально 100 баллов, из них 20 баллов – за контрольные работы (4 работы по 5 баллов), 30 баллов – за проектное задание, 10 баллов – за работу на практических занятиях (устный опрос). Оценка за проект складывается из трех составляющих: оценки за реферат (10 баллов), оценки за презентацию работы (10 баллов), оценки за доклад и ответы на вопросы на практическом занятии (10 баллов). Ответ на зачете оценивается в 40 баллов.

Зачет получают обучающиеся, активно участвовавшие во всех практических занятиях, подготовившие и защитившие проект и набравшие не менее 55 рейтинговых баллов.

Обучающиеся, не набравшие 55 баллов, или написавшие менее 4 контрольных работ, или написавшие 4 контрольные работы менее чем на 3 балла, или не выполнившие проект, или выполнившие проект менее чем на 15 баллов, и не участвовавшие в устных опросах, и набравшие на зачете менее чем 20 баллов, получают оценку «не зачтено».



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

Типовые варианты вопросов и заданий находятся в Приложении 2 к РП «Фонд оценочных средств».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы: учебное пособие для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000) - Химия / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. акад. Ю.Д. Третьякова. Москва: Физматлит, 2010. 452 с.

2. Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. Москва: URSS : [ЛИБРОКОМ, 2013]. 589 с.

3. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий / Ю.И. Головин. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с. <https://e.lanbook.com/book/5793>

Дополнительная литература:

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: монография. – Изд.: Физматлит, 2009.

То же [Электронный ресурс]. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=68859&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68859&sr=1).

2. Корабельников, Д. В. Физика наноструктур : учебное пособие : [16+] / Д. В. Корабельников, Н. Г. Кравченко, А. С. Поплавной ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2016. – 161 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481557>

3. Кинетика и катализ, периодический журнал - <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=712147>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru;>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru;](http://www.biblioclub.ru;)

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru;>

Электронный каталог НБ ИвГУ [http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek.](http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek)

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office, интернет-браузер Yandex Browser.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения проектов с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: демонстрационное оборудование (модели, макеты); электронные пособия (презентации), печатные пособия (таблицы, плакаты).



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Нанобиотехнологии)

---

**Автор рабочей программы дисциплины:** доц., к.х.н., доц. Магдалинова Н.А.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии

29 августа 2024 г., протокол № 14.

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Т.П. Кустова

(подпись)

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Т.П. Кустова

(подпись)

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Т.П. Кустова

(подпись)