

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.

2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.02.02 ХИМИЧЕСКИЕ НАНОРЕАКТОРЫ**

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль)	Физическая химия
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины ХИМИЧЕСКИЕ НАНОРЕАКТОРЫ разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Физическая химия (уровень бакалавриата)

Программу составили:

Никоненко В.В., профессор кафедры
физической химии д-р хим. наук, профессор



Мареев С.А., доцент кафедры физической химии,
канд. хим. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины ХИМИЧЕСКИЕ НАНОРЕАКТОРЫ
утверждена на заседании кафедры физической химии
протокол № 10 «03» апреля 2025 г.
Заведующий кафедрой Фалина И.В



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии
и высоких технологий
протокол № 7 «24» апреля 2025 г.
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

М.Х. Уртенев, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВО
«КубГУ», д-р физ-мат. наук, профессор

И.Ю. Казов, руководитель аналитической лаборатории ООО «Эир-Лаб»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины является создание целостного представления о теории процессов, протекающих в химических нанореакторах, основ производства и исследований химических нанореакторов, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих грамотно эксплуатировать и разрабатывать химические нанореакторы.

1.2 Задачи дисциплины

- познакомить обучающихся с основными принципами функционирования химических нанореакторов, с их классификацией;
- познакомить обучающихся с основами конструкции и технологии изготовления различных химических нанореакторов;
- научить проведению электрохимических измерений химических нанореакторов с использованием современных технических средств;
- научить обработке, обобщению экспериментальных данных при проведении электрохимических измерений химических нанореакторов с использованием современных методов анализа и вычислительной техники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химические нанореакторы» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока 1 учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучению дисциплины «Химические нанореакторы» должно предшествовать изучение таких дисциплин, как «Неорганическая химия» и «Введение в термодинамику». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь знания по общей, неорганической, физической химии, умение работать с химической посудой и реактивами.

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-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 принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, приемы и последовательность выполнения стандартных операций для получения характеристик исследуемого объекта, изучения свойств и закономерностей при решении конкретной задачи; принципы построения схемы анализа: общую схему процесса анализа
	Умеет применять на практике основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, проводить выбор методики определения, выполнять качественный и количественный анализ конкретных объектов техногенного и природного происхождения по предлагаемым методикам; оценивать правильность, точность и надежность полученных результатов
	Владеет навыками формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, способностью к постановке конкретной аналитической задачи и ее реализации при помощи правильного выбора методик для проведения химических и физико-химических испытаний; основными навыками изучения свойств объекта научных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	исследований и физико-химических закономерностей без обращения к методике
ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает информационные справочные системы и профессиональные базы данных научной и научно-технической информации
	Умеет проводить поиск, выбор и обработку научной и технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения в библиотеках, базах цитирования журналов и патентных базах
	Владеет современными средствами телекоммуникации для получения и первичной обработки научной и научно-технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения

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 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры очная
			3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		68	68
Занятия лекционного типа		34	34
Лабораторные занятия		34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические 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
Самостоятельное изучение разделов		10	10
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, подготовка докладов, рефератов, презентаций)		8	8
Подготовка к сдаче лабораторных работ		11,8	11,8
Подготовка к текущему контролю		8	8
Контроль:			
Подготовка к контролю		-	-
Общая трудоемкость	108	108	108
	70,2	70,2	70,2
	3	3	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма обучения):

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Физические и химические методы получения наноразмерных частиц.	21,8	6	-	6	9,8
2	Углеродные наноматериалы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки и химические нанореакторы.	13	5	-	5	3
3	Наноструктурированные поверхности и пленки.	16	5	-	5	6
4	Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем.	18	6	-	6	6
5	Нанодисперсии. Золь-гель процессы получения наноматериалов и наночастиц. Нанокompозиты. Синтез нанокompозитов на основе матриц-нанореакторов.	19	6	-	6	7
6	Полимерные материалы. Заключение.	18	6	-	6	6
	Итого по разделам дисциплинам:	105,8	34	-	34	37,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	-	-	-	-
	Подготовка к 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	2	3	4
1	Введение. Физические и химические методы получения наноразмерных частиц	Предмет и содержание дисциплины «химические нанореакторы». Основные определения и термины. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Аэрозоли, порошки, пыль, аэрогели твердых веществ, пены, газовые эмульсии, эмульсии, суспензии, коллоидные системы, твердые пены, капиллярные системы, сплавы, композиты. Классификация дисперсной фазы наноматериалов по размеру (атомизированный пар, молекулы, ассоциаты, кластеры, агрегаты, наночастицы, клатраты, супрамолекулярные соединения, нанокompозиты, дефекты в твердом теле). Наноматериалы в нано-электронике, фотонике, сенсорики, микро-и наносистемной технике. Получение наночастиц из пересыщенных паров металлов. Метод «молекулярных пучков». Получение наночастиц распылением металла. Осаждение на подложку наночастиц из атомного пучка. Механохимическое диспергирование. Электроэрозия. Электрохимическое генерирование. Получение наночастиц из химических соединений. Термолиз металлсодержащих соединений (МСС). Разложение МСС под действием ультразвука. Радиационно-химическое восстановление ионов металлов в водных растворах как метод синтеза на-ночастиц. Нанореакторы. Синтез в обратных мицеллах. Золь-гель технология. Синтез наночастиц на границе раздела фаз вода-воздух (Ленгмюр-Блоджетт технология). Специальные методы синтеза гетерометаллических наночастиц	Т
2	Углеродные наноматериалы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки и	Классификация углеродных материалов по признакам: тип гибридизации химических связей, ближний порядок и средний порядок, дальний порядок и степень дефектности. Углеродные материалы с sp ³ -гибридизацией (алмазы, порошковые материалы на основе алмаза, ультрадисперсный алмаз, алмазоиды). Семейство углеродных	УО

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	химические нанореакторы	материалов с упорядоченным распределением sp ² - и sp ¹ -гибридизированных химических связей (графит, пирографит, графен). Семейство аморфных углеродных наноструктурированных материалов. Фуллерены. Фуллерит. Экзо и эндопроизводные фуллерена. Интеркалированные соединения. Эндоэдральные материалы. Полимерные фазы на основе фуллеренов. Углеродные нанотрубки (УНТ). Хиральность углеродных нанотрубок. Одностенные и многостенные УНТ. Нановолокна и другие углеродные наноматериалы. Электронная структура, энергетический спектр и проводимость нанотрубок. Методы получения и разделения нанотрубок. Сверхупругие свойства однослойных УНТ. Применение в конструкционных композитных наносистемах и сканирующей зондовой микроскопии. Эмиссионные приборы на основе УНТ. Углеродная наноэлектроника. Диоды Шоттки, одноэлектронные транзисторы, логические схемы на основе ветвящихся УНТ. Гибридные и эндоэдральные наносистемы на основе УНТ. Легированные УНТ. Применение углеродных наноструктур в молекулярной электронике: перспективы и проблемы	
3	Наноструктурированные поверхности и пленки	Получение моно-и полимолекулярных слоёв методом Ленгмюра-Блоджетт. Наноструктурированные поверхности. Магические кластеры и другие атомные конструкции. Атомная сборка и самоорганизация упорядоченных наноструктур на поверхности кремния. Эффект стабилизации эндоэдральных кремниевых нанотрубок	УО
4	Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем	Электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая (сканирующая) микроскопия. Спектральные методы. Оптическая спектроскопия. Рамановская спектроскопия. Оже-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Рентгеноэлектронная спектроскопия, магниторезонансная спектроскопия, масс-спектрометрия. Гамма-резонансная (мессбауэровская) спектроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электрохимическая диагностика наноматериалов (электрофорез, вольтамперометрия, потенциометрия и амперометрия)	УО
5	Нанодисперсии. Золь-гель процессы получения наноматериалов и наночастиц	Коллоидные и полимерные золи. Гели. Золь-гель процессы. Особенности получения фрактальных агрегатов, наночастиц, порошков, наноструктурированных пленок и нанокерамики. Мицеллярная теория золь-гель-процесса. Критическая концентрация мицеллообразования. Образование микроэмульсий. Нанореакторы. Получение монодисперсных наночастиц в обратной мицеллярной системе. Факторы стабилизации. Строение и форма ультрадисперсных частиц. Самоорганизованные коллоидные структуры	Р
6	Полимерные материалы. Заключение	Полимеры. Полимерные цепи. Разветвленные полимеры. Блоксополимеры. Дендроны и дендримеры. Частично кристаллическое, стеклообразное, высокоэластичное и вязкотекучее состояние полимеров. Мицеллы. Липосомы. Переход клубок – глобула. Примеры сборки наночастиц в организованные слои на функционализированных поверхностях. Понятие архитектуры наносистемы. Полимерно-связанные, поверхностно-связанные, электростатически связанные архитектуры. Самоорганизация под действием ван-дер-ваальсовых сил. Материаловедческие особенности применения полимерных материалов для формирования микро- и наносистем методами наноимпринтинга. Методы наностампа, штампа с выдавленным рельефом, нанопечати с рельефной кромкой. Полимерные чернила. Инкорпорирование нанокластеров в дендримерах. Гибридные органо-неорганические нанокомпозиты. Конструкционные и сенсорные устройства на основе органо-неорганических нанокомпозитов. Мембраны. Суперконденсаторы. Перспективы использования в микро- и наноустройствах водородной энергетики. Биоматериалы	РЗ

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		Перспективы развития материаловедения микро- и наносистем. Материаловедение интерфейсов макро-, мезо- и наносистем. Гибридные наносистемы органических, неорганических и биоматериалов. Использование в построении наносистем биологических архитектур.	

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

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	2	2	3
1	Введение. Физические и химические методы получения наноразмерных частиц	Анализ топологии микро- и наносистем методом АСМ	ЛР
2	Углеродные наноматериалы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки и химические нанореакторы	1.Исследование взаимосвязи состава, структуры и свойств нанокерамических материалов методами микроскопии	ЛР
3	Наноструктурированные поверхности и пленки	2.Определение пористости, водопоглощения и средней плотности нано материалов	ЛР
4	Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем	3.Получение полимерной гибридной мембраны на основе МФ-4СК и платины методом химического синтеза 4.Зависимость эффективности топливного элемента от загрузки нанокатализатора	ЛР
5	Нанодисперсии. Золь-гель процессы получения наноматериалов и наночастиц	5.Определение диффузионной проницаемости композитных мембран 6.Изучение работы электролизера	ЛР
6	Полимерные материалы. Заключение	7.Определение удельной электропроводности композитных мембран 8.Метод золь-гель полимеризации в формировании органически-неорганических композитов	ЛР

Написание реферата (Р), устный опрос (УО), решение задач (РЗ), тестирование (Т), защита лабораторной работы (ЛР).

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельное изучение разделов	Сибаров Д.А., Смирнова Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие. М.: Лань, 2024.
2	Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий, подготовка к лабораторным	https://reader.lanbook.com/book/387317?demoKey=47a3f7ec1b59e990e0aedbcfc087c087 Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2009. — 456 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2291 . Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ. Методические рекомендации по подготовке рефератов и самостоятельной работе.

	занятиям, подготовка докладов, рефератов, презентаций)	Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 17 от 11.05.2017 г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине.
3	Подготовка к сдаче лабораторных работ	Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 10 от 13.03.2018 г. 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
4	Подготовка к текущему контролю	

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.

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.

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 «Химические нанореакторы».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, контрольных работ, задач и индивидуальных заданий студентов и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

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 зачете;

– 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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, приемы и последовательность выполнения стандартных операций для получения характеристик исследуемого объекта, изучения свойств и закономерностей при решении конкретной задачи; принципы построения схемы анализа: общую схему процесса анализа Знает информационные справочные системы и профессиональные базы данных научной и научно-технической информации	УО, ЛР	Вопрос на зачете 1-5
2	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, приемы и последовательность выполнения стандартных операций для получения характеристик исследуемого объекта, изучения свойств и закономерностей при решении конкретной задачи; принципы построения схемы анализа: общую схему процесса анализа Умеет применять на практике основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, проводить выбор методики	Т, ЛР	Вопрос на зачете 6-7

	научной и научно-технической информации по предложенной теме	Умеет проводить поиск, выбор и обработку научной и технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения в библиотеках, базах цитирования журналов и патентных базах Владеет современными средствами телекоммуникации для получения и первичной обработки научной и научно-технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения		
5	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, приемы и последовательность выполнения стандартных операций для получения характеристик исследуемого объекта Умеет применять на практике основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, проводить выбор методики определения, выполнять качественный и количественный анализ конкретных объектов техногенного и природного происхождения по предлагаемым методикам Владеет навыками формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, способностью к постановке конкретной аналитической задачи и ее реализации при помощи правильного выбора методик для проведения химических и физико-химических испытаний Знает информационные справочные системы и профессиональные базы данных научной и научно-технической информации Умеет проводить поиск, выбор и обработку научной и технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения в библиотеках, базах цитирования журналов и патентных базах	РЗ, ЛР	Вопрос на зачете 14-29, 31
6	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, приемы и последовательность выполнения стандартных операций для получения характеристик исследуемого объекта, изучения свойств и закономерностей при решении конкретной задачи; принципы построения схемы анализа: общую схему процесса анализа Умеет применять на практике основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, проводить выбор методики определения, выполнять качественный и количественный анализ конкретных объектов техногенного и природного происхождения по предлагаемым методикам; оценивать	ЛР, Р	Вопрос на зачете 32-38

		правильность, точность и надежность полученных результатов Владеет навыками формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации, способностью к постановке конкретной аналитической задачи и ее реализации при помощи правильного выбора методик для проведения химических и физико-химических испытаний; основными навыками изучения свойств объекта научных исследований и физико-химических закономерностей без обращения к методике Знает информационные справочные системы и профессиональные базы данных научной и научно-технической информации Умеет проводить поиск, выбор и обработку научной и технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения в библиотеках, базах цитирования журналов и патентных базах Владеет современными средствами телекоммуникации для получения и первичной обработки научной и научно-технической информации в области энергосбережения и ресурсосбережения		
	ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме			

Написание реферата (Р), устный опрос (УО), решение задач (РЗ), тестирование (Т).

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

Пример теста по теме "Введение. Физические и химические методы получения наноразмерных частиц"

1 Каково общее условие формирования ультрадисперсных металлических частиц методами, основанными на конденсации пара металла?

- А) Высокая скорость нуклеации при возможно меньшей скорости роста размеров частиц
- Б) Низкая скорость нуклеации при возможно меньшей скорости роста размеров частиц
- В) Высокая скорость нуклеации при возможно большей скорости роста размеров частиц
- Г) Низкая скорость нуклеации при возможно большей скорости роста размеров частиц

2 Почему существует необходимость стабилизировать наночастицы?

- А) Для компенсации воздействия силы Кориолиса
- Б) Из-за низкой поверхностной энергии наночастиц
- В) Из-за высокой поверхностной энергии наночастиц
- Г) Такой необходимости не существует

3 Как будет изменяться температура Кюри в магнитных наночастицах по сравнению с температурой Кюри объемной фазы того же материала?

- А) Увеличится
- Б) Уменьшится
- В) Останется неизменной

4 В каком из методов нанодиспергирования компактного материала средний размер наночастиц обратно пропорционален плотности тока?

- А) Механохимическое диспергирование

- Б) Электроэрозия
- В) Электрохимическое генерирование

5 В каком из химических методов синтеза наночастиц их образование происходит без подвода вещества извне, а размер частиц регулируется размером нанореакторов, в которых протекает синтез?

- А) Термолиз металлосодержащих соединений
- Б) Разложение металлосодержащих соединений под действием ультразвука
- В) Синтез в обратных мицеллах
- Г) Золь-гель метод
- Д) Синтез наночастиц на границе раздела фаз вода-воздух

Вопросы для устного опроса по теме «Углеродные наноматериалы. Фуллерены.

Углеродные нанотрубки и химические нанореакторы»

- 1 Опишите классификации углеродных материалов по признакам: тип гибридизации химических связей, ближний порядок и средний порядок, дальний порядок и степень дефектности.
- 2 Что из себя представляют углеродные материалы с sp^3 -гибридизацией (алмазы, порошковые материалы на основе алмаза, ультрадисперсный алмаз, алмазоиды)?
- 3 Опишите углеродные материалы с упорядоченным распределением sp^2 - и sp^1 -гибридизированных химических связей (графит, пирографит, графен).
- 4 Перечислите свойства аморфных углеродных наноструктурированных материалов. Фуллерены. Фуллерит.
- 5 Перечислите свойства экзо и эндопроизводных фуллерена.
- 6 Что относится к интеркалированным соединениям?
- 7 Что такое эндоэдральные материалы?
- 8 Перечислите полимерные фазы на основе фуллеренов.
- 9 Что собой представляют углеродные нанотрубки (УНТ)?
- 10 В чем проявляется хиральность углеродных нанотрубок?
- 11 Одностенные и многостенные УНТ.
- 12 Нановолокна и другие углеродные наноматериалы.
- 13 Какие методы получения и разделения нанотрубок Вам известны? Применение УНТ в конструкционных композитных наносистемах и сканирующей зондовой микроскопии.
- 14 Эмиссионные приборы на основе УНТ.
- 15 Что собой представляет углеродная наноэлектроника?
- 16 Что такое диоды Шоттки, одноэлектронные транзисторы, логические схемы на основе ветвящихся УНТ?

Вопросы для устного опроса по теме «Наноструктурированные поверхности и пленки»

- 1 Опишите получение моно-и полимолекулярных слоёв методом Ленгмюра-Блоджетт.
- 2 Что относится к наноструктурированным поверхностям?
- 3 Каким образом осуществляется атомная сборка и самоорганизация упорядоченных наноструктур на поверхности кремния?
- 4 Что такое эффект стабилизации эндоэдральных кремниевых нанотрубок?

Вопросы для устного опроса по теме «Технологии производства полимеров. «Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем»

- 1 Что из себя представляет электронная микроскопия?
- 2 Опишите метод просвечивающей электронной микроскопии.

- 3 Опишите метод растровой (сканирующей) микроскопии.
- 4 Какие методы относятся спектральным.
- 5 Опишите метод оптической спектроскопии.
- 6 Опишите метод рамановской спектроскопии.
- 7 Опишите метод Оже-спектроскопии.
- 8 Опишите метод рентгеновской спектроскопии поглощения.
- 9 В чем особенность рентгеноэлектронной, магниторезонансной и масс-спектрометрии?
- 10 Опишите метод гамма-резонансной (мессбауэровской) спектроскопии.
- Сканирующая зондовая микроскопия и сканирующая туннельная микроскопия.
- 11 Атомно-силовая микроскопия.
- 12 Электрохимическая диагностика наноматериалов (электрофорез, вольтамперометрия, потенциометрия и амперометрия).

Примерные темы рефератов по теме «Нанодисперсии. Золь-гель процессы получения наноматериалов и наночастиц»

- 1 Коллоидные и полимерные золи.
- 2 Гели. Золь-гель процессы.
- 3 Особенности получения фрактальных агрегатов, наночастиц, порошков, наноструктурированных пленок и нанокерамики.
- 4 Мицеллярная теория золь-гель-процесса.
- 5 Критическая концентрация мицеллообразования. Образование микроэмульсий.
- 6 Нанореакторы.
- 7 Получение монодисперсных наночастиц в обратной мицеллярной системе. Факторы стабилизации.
- 8 Строение и форма ультрадисперсных частиц. Самоорганизованные коллоидные структуры.

Примеры задач по теме «Полимерные материалы. Заключение»

1. В плоском канале электродиализатора скорость течения раствора 1,6 см/с, расстояние между мембранами 0,8 мм. Рассчитать падение давления и объемную скорость раствора в канале шириной 40 см. Построить концентрационный профиль и найти степень обессоливания раствора в сечении на расстоянии 40 см от входа в канал. Рассчитать расход электроэнергии, необходимой для получения 1 м³ обессоленной воды; учесть вклады, приходящиеся собственно на электродиализ и на работу насоса. Принять, что основным компонентом раствора является NaCl ($D = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$, $\nu = 10^{-2} \text{ см}^2/\text{с}$, $c^0 = 0,02 \text{ моль/л}$); числа переноса противоионов через анионо- и катионообменную мембраны принять 0,95, КПД насоса 0,6. Расход электроэнергии в расчете на 1 час работы аппарата (в Вт×час) равен:

на ЭД: $A_{ED} = I U$, где I – сила тока в А, а U – напряжение на всем аппарате в В,

на перекачку: $A_{\text{pomp}} = \Delta p W / \eta_p$, где Δp – падение давления в Н/м², W – объемная скорость в м³/час, а η_p – КПД насоса.

2. Определить минимальную длину канала обессоливания электродиализатора, на котором достигается степень обессоливания 50 %, если:

числа переноса = 0,98;

межмембранное расстояние = 0,45 мм;

скорость течения раствора 3,2 см/с;

Считать, что в растворе имеется только натрий-хлор.

3. Дан электродиализный аппарат, содержащий 100 парных камер. Межмембранное расстояние = 0,5 мм.

Длина канала 60 см.

Размер мембраны 60 на 40 см.

Определить производительность аппарата, при которой степень обессоливания достигается равной 60 %. Нужно найти скорость работы аппарата.

4. Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия.

Размер мембран 60 на 40.

Расстояние между мембранами = 0,4 мм.

Аппарат должен иметь производительность 2 м³/час.

Найти число парных камер в аппарате.

5. Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия. Известно, что при скорости течения жидкости 2 см/с на каждые 10 см длины канала концентрация убывает на 20%.

Ширина мембран 40 см.

Расстояние между мембранами = 0,4 мм.

Аппарат должен иметь производительность 2 м³/час.

Найти длину канала обессоливания и число парных камер в аппарате.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Список вопросов для подготовки к зачету

К зачету допускаются студенты, выполнившие все контрольные и лабораторные работы.

Вопросы к зачету

- 1 Введение в нанотехнологию Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий. Наноточность, наночувствительность, нанолокализация, наноизбирательность.
- 2 История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Междисциплинарность. Перспективы развития нанотехнологий.
- 3 Наноматериалы и их классификация Материалы наносистемной техники.
- 4 Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Классификация веществ и материалов по размеру частиц (зерен). Наночастицы и нанопорошки.
- 5 Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Биоминерализация и биокерамика. Полимерные, биологические и биосовместимые материалы.
- 6 Классификация по геометрической размерности: 0 D (нуль-), 1 D (одно-) 2 D (дву-), 3D (трехмерные) материалы. Кластеры. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Тонкие пленки и покрытия. Объемные наноструктурные материалы. Нанопористые материалы. Мезопористые материалы. Молекулярные сита. Фрактальные кластеры.
- 7 Гибридные нанокомпозиты (органонеорганические и неорганонеорганические) материалы, синергетические свойства. Многослойные (гетеро) наноструктуры, квантовые ямы, проволоки и точки.
- 8 Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем. Классификация методов исследования наноматериалов: измерение макросвойств, химический анализ, спектроскопия, микроскопия, структуроскопия, физикохимический анализ.
- 9 Электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая (сканирующая) микроскопия.
- 10 Дифракционный анализ. Рентгеноструктурный анализ. Электронография. Нейтронное рассеяние.
- 11 Спектральные методы. Оптическая спектроскопия. Рамановская спектроскопия. Оже-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Рентгеноэлектронная

- спектроскопия, магниторезонансная спектроскопия, масс-спектрометрия. Гамма-резонансная (мессбауэровская) спектроскопия.
- 12 Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия.
 - 13 Атомно-силовая микроскопия. Электрохимическая диагностика наноматериалов (электрофорез, вольтамперометрия, потенциометрия и амперометрия).
 - 14 Физические методы получения НРЧ металлов. Метод молекулярных пучков (молекулярные пучки малой интенсивности). Сверхзвуковое истечение газов из сопла (кластерные пучки большой интенсивности). Ионная бомбардировка. Ударные волны.
 - 15 Аэрозольный метод («газовое испарение»). Вакуумное испарение. Катодное распыление. Низкотемпературная плазма. Получение НРЧ методом диспергирования. Механические свойства металлов. Кинетические особенности диспергирования. Способы и аппараты механического диспергирования. Ультразвуковое диспергирование металлов (сонохимический синтез).
 16. Химические методы получения НРЧ. Синтез НРЧ в реакциях восстановления.
 - 17 Кинетика и механизм образования НРЧ в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях. Получение НРЧ в реакциях, стимулированных высокоэнергетическим излучением.
 - 18 Методы химической гомогенизации (соосаждение, золь-гель метод, криохимическая технология, пиролиз аэрозолей, сольвотермальная обработка, сверхкритическая сушка).
 - 19 Электрохимические методы получения НРЧ металлов.
 - 20 Реакции термического распада. Термолиз в газовой фазе. Термолиз карбониллов металлов. Термическое разложение в растворах.
 - 21 Методы синтеза нанокристаллических порошков.
 - 22 Газофазный синтез (конденсация паров). Плазмохимический синтез.
 - 23 Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Механосинтез.
 - 24 Детонационный синтез. Электровзрывные технологии. Упорядочение нестехиометрических соединений.
 - 25 Синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
 - 26 Получение компактных нанокристаллических материалов.
 - 27 Компактирование нанопорошков. Осаждение на подложку. Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация. Превращения беспорядок – порядок.
 - 28 Технология пленок и покрытий.
 - 29 Физические методы. Термическое испарение (активированное активное испарение, электронно-лучевой нагрев, лазерная обработка). Ионное осаждение (ионно-дуговое распыление, магнитронное распыление, ионно-лучевая обработка).
 - 30 Технология получения органических нанослойных композиций методом Ленгмюра-Блоджетт. Золь-гель технология наноструктурированных материалов.
 - 31 Нанореакторы на основе триоктилфосфиноксида (ТОРО). Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки.
 - 32 Принципы синтеза сложных наноструктур. Наноструктуры «ядро в оболочке», нанопропеллеры CdSe. Иерархические наноструктуры.
 - 33 Материаловедческие особенности применения полимерных материалов для формирования микро- и наносистем методами наноиmprинтинга. Методы нанштампа, штампа с выдавленным рельефом, нанопечати с рельефной кромкой. Полимерные чернила.
 - 34 Инкорпирование нанокластеров в дендримерах.
 - 35 Гибридные органо-неорганические нанокомпозиты. Конструкционные и сенсорные устройства на основе органо-неорганических нанокомпозитов.

- 36 Сенсоры. Мембранные сенсоры, тактильные сенсоры, сенсоры для регистрации ускорения, вибрации, ударов, бесконтактные оптические сенсоры, струнные сенсоры, консольно-балочные сенсоры.
- 37 Наноккомпозиты полимер-неорганическая наночастица. Наночастицы в неорганических матрицах. Биологические наноккомпозитные материалы. Биомиметические подходы.
- 38 Рынок наноматериалов. “Нано” бизнес. Инновационные технологии, венчурные фонды. Индустрия наносистем и материалы.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания устного опроса

Оценка **«отлично»** ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка **«хорошо»** ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Критерии оценки рефератов

Оценка **«отлично»** – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка **«хорошо»** – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка **«удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка **«неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии дифференцированной оценки реферата

Критерии оценки	Максимальная оценка в баллах
Логичность изложения	3
Раскрытие темы	3
Использование широкой информационной базы	3
Наличие собственных выводов, обобщений, критического анализа	3
Соблюдение правил цитирования	2
Правильность оформления	1
Итого:	15

13-15 баллов – отлично

10-12 баллов – хорошо

8-9 баллов - удовлетворительно

Критерии оценки презентации

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если:

- презентация соответствует теме самостоятельной работы;
- оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и т.п.);
- сформулированная тема ясно изложена и структурирована;
- использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме;
- выдержан стиль, цветовая гамма, использована анимация, звук; работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если:

- презентация соответствует теме самостоятельной работы; оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и т.п.);
- сформулированная тема ясно изложена и структурирована;
- использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме;
- работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если работа не выполнена или содержит материал не по вопросу.

Во всех остальных случаях работа оценивается на **«удовлетворительно»**.

Критерии оценивания результатов занятия с решением задач

Оценка **«отлично»** выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт

неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы. Студент даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.

Критерии оценивания результатов контрольных работ

Контрольная работа проводится в письменной форме.

Оценка **«отлично»** выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка **«хорошо»**, если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка **«удовлетворительно»**, если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Оценка **«неудовлетворительно»**, если студент допустил число ошибок и недочетов, превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

Критерии оценивания результатов тестирования

Выполнение тестовых заданий позволяет оценить уровень знаний студентов и выявить возможные пробелы. Большое количество допущенных ошибок (более 50%) свидетельствует о недостаточно полном усвоении материала.

Шкала оценивания при тестировании:

«отлично» - 90-100% правильных ответов;

«хорошо» - 75-89% правильных ответов;

«удовлетворительно» - 60-74% правильных ответов;

«неудовлетворительно» - 59% и меньше правильных ответов.

При проведении тестирования, студенту запрещается пользоваться дополнительной литературой.

Критерии оценивания лабораторных работ

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

0 баллов – неудовлетворительно.

Критерии оценивания на зачете

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения

практических задач. Форма проведения зачета: устно или письменно устанавливается решением кафедры. Результат сдачи зачета заноситься преподавателем в зачетную книжку.

При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов:

- глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям); широта;
- осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию);
- полнота (соответствие объёму программы);
- число и характер ошибок.

Зачет

Оценки «**зачтено**» заслуживает студент, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «зачтено» выставляется студентам, допустившим погрешности непринципиального характера в ответе на и при выполнении заданий;

Оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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 зачете;

– 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 Мембраны и мембранные технологии. отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир. – Научный мир, 2013. – 612 с.
- 2 Цирельман, Н. М. Тепломассоперенос. Теория и прикладные задачи: учебное пособие для вузов / Н. М. Цирельман. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 504 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/505386>.
- 3 Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем: учебное пособие. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2009.
- 4 Денисов, В.В. Основы природопользования и энергоресурсосбережения [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, Т.И. Дровозова, А.П. Москаленко; под ред. В.В. Денисова. — Электрон. дан. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206198>.
- 5 Титова, Л.М. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.М. Титова, И.Ю. Алексанян, А.Х. Нугманов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211769>.

5.2 Периодическая литература

- 1 Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
- 2 Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
- 3 Журнал «Мембраны и мембранные технологии»
- 4 Журнал «Физическая химия»

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 Scopus <http://www.scopus.com/>
- 2 ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
- 3 Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- 4 Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
- 5 Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
- 6 Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
- 7 База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
- 8 Springer Journals: <https://link.springer.com/>
- 9 Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
- 10 Nature Journals: <https://www.nature.com/>
- 11 Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
- 12 Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
- 13 Nano Database: <https://nano.nature.com/>
- 14 Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>

- 15 "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
- 16 Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

- 1 КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
- 2 Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
- 3 Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
- 4 Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
- 5 Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
- 6 Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
- 7 Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
- 8 Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
- 9 Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
- 10 Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

- 1 Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
- 2 Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
- 3 Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
- 4 База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
- 5 Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
- 6 Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
- 7 Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Имеется электронная версия лекций по данной дисциплине.

Основной формой обучения студентов является самостоятельная работа над учебным материалом.

Самостоятельная работа студентов – это ученая, научно-исследовательская и общественно-значимая деятельность студентов, направленная на развитие компетенций, которая осуществляется без непосредственного участия преподавателя, хотя и направляется им.

Процесс изучения дисциплины состоит из следующих этапов:

1. Проработка теоретического материала по рекомендованному учебнику и конспектам лекций, предоставленных преподавателем в электронном виде. В случае недоступности данного пособия необходимо обратиться к списку литературы, приведенного в рабочей программе дисциплины.

2. Выполнение и защита лабораторных работ, подготовка к аудиторным занятиям и выполнение заданий разного типа и уровня сложности, подготовка к дискуссионным вопросам, изучение отдельных тем (вопросов) дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом, подготовка и написание рефератов, докладов и других письменных работ, устных сообщений на заданные темы, выполнение домашних заданий разнообразного характера, подбор и изучение литературных источников; проведение расчетов и др.; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы, подготовка к участию в конференциях и др.

3. Подготовка и представление перед однокурсниками презентаций на заданную тему.

4. Сдачи зачета в устной или письменной форме (по усмотрению преподавателя).

Входной контроль осуществляется преподавателем в виде проверки и актуализации знаний студентов по соответствующей теме.

Выходной контроль осуществляется преподавателем проверкой качества и полноты выполнения задания.

Процесс организации самостоятельной работы студента включает в себя следующие этапы:

- подготовительный: определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения;

- основной: реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы;

- заключительный: оценка значимости и анализа результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда.

Формы контроля самостоятельной работы – устный опрос, реферат, доклад на практических занятиях, тестирование, выполнение практических заданий, публикации в научных изданиях.

Лабораторные занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма учебных занятий, направленная на развитие самостоятельности учащихся и приобретение умений и навыков, позволяющая привить практические навыки для самостоятельной работы с научной литературой, развить профессиональную компетентность, проверить на практике полученные теоретические знания.

Поскольку активность студента на лабораторных занятиях является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к таким занятиям требует от студента ответственного отношения.

При подготовке к занятию студенты в первую очередь должны использовать материал лекций и соответствующих литературных источников. Самоконтроль качества подготовки к каждому занятию студенты осуществляют, проверяя свои знания и отвечая на вопросы для самопроверки по соответствующей теме.

Типовой план лабораторных занятий:

1. Изложение преподавателем темы занятия, его целей и задач.

2. Выдача преподавателем задания студентам (вопросов), необходимые пояснения.

3. Выполнение задания студентами под наблюдением преподавателя. Обсуждение результатов. Резюме преподавателя.

4. Общее подведение итогов занятия преподавателем и выдача домашнего задания.

Контрольная работа выполняется каждым студентом на отдельных листках. Не допускается использование любых средств коммуникации (ноутбуки, мобильные телефоны с выходом в интернет и пр.

Допускается использование рабочих тетрадей, в которых законспектированы наиболее важные с точки зрения каждого из студентов моменты, выделенные при самостоятельной проработке каждой из тем.

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы в начале каждого занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный **устный опрос** по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Развернутый ответ студента должен представлять собой связанное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Презентации на заданную тему выполняются в программе Power Point. Она должна состоять из 5-8 слайдов и содержать основные определения, фактический иллюстрированный материал, выводы и список использованных источников.

Материал для реферата необходимо искать в книгах, журналах и интернет-источниках, опубликованных в последние 3 года.

Доклад, сопровождающий презентации, должен занимать 7-10 минут.

И доклад, и презентации предварительно присылаются преподавателю по электронной почте на проверку.

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 (105а)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Window Microsoft Office COMSOL COMSOL Multiphysics
Учебные аудитории для	Мебель: учебная мебель	Microsoft Windows

проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (415, 435с, 416с)	Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Office COMSOL COMSOL Multiphysics
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 415С)	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, весы аналитические ВЛР-200, комплект оборудования для титрования, наборы химической посуды и реактивов.	Microsoft Windows Microsoft Office COMSOL COMSOL Multiphysics
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 беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. (ауд. 140, 431с)	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 COMSOL COMSOL Multiphysics

Пример оформления титульного листа реферата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Реферат
по дисциплине
Химические нанореакторы

(Тема реферата)

Выполнил: _____

(Фамилия И.О.)

студент _____ курса, спец. _____

группа _____

Подпись: _____

Преподаватель: _____

(Фамилия И.О.)

Оценка: _____ Дата _____

Подпись: _____

Краснодар 202_