

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной деятельности КФУ
Проф. Д.К. Нургалиев



20 15 г.

Программа дисциплины

Б1.В.ДВ.2.2 Нанохимия

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность (профиль) подготовки: 02.00.04 Физическая химия

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: заочная

Язык обучения: русский

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс посвящен приобретению профессиональных знаний в области нанохимии и нанотехнологий, подготовке к научно-исследовательской и педагогической деятельности, связанной с использованием методов нанотехнологий, ознакомление с химическими основами систем пониженной размерности, с особенностями энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, с основными методами получения и исследования наноструктур. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных проблемах в области нанохимии, сформирован комплекс фундаментальных представлений, составляющих основу наиболее востребованных в настоящее время дисциплин – нанохимии и нанотехнологии, сформировано понимание общих и наиболее важных закономерностей наноразмерных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нанохимия» (шифр Б1.В.ДВ.2.2) относится к вариативной части Блока 1 учебного цикла (Б1.В.ДВ2 – дисциплины по выбору). Она базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов «Аналитическая химия» (ионные равновесия в растворе, окислительно-восстановительные реакции, инструментальные методы анализа), «Органическая химия» и «Физическая химия» (сорбционные явления, катализ) в рамках магистерской программы образования или специалитета по направлениям подготовки «020201.65 Фундаментальная и прикладная химия» и 020100.62 «Химия». Полученные при освоении дисциплины знания и умения облегчают подготовку к кандидатскому экзамену по специальности по профилю «Аналитическая химия». Осваивается на 2 курсе (4 семестр).

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

знать:

основные виды нанообъектов и наноматериалов, уметь прогнозировать их устойчивость и физико-химические свойства; иметь представления о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов;

уметь:

- критически анализировать и проводить оценку современных научных достижений в области нанохимии и нанотехнологий;
- ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур: сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии;

владеть:

- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области нанохимии;
- теоретическими знаниями о принципе размерного квантования и условиях наблюдения квантово-размерных явлений; фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне; понимать механизм возникновения размерных физических и химических эффектов;

демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике, использовать основные законы нано химии в профессиональной деятельности, понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний;
- организовать работу исследовательского коллектива в сфере органической химии по проблеме нанохимии и нанотехнологий;

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-1	умением применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет/экзамен в 4 семестре.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Самостоятельная работа
1.	Тема 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. История развития нанотехнологий. Инструментарий нанотехнолога.	4	1	14
2.	Тема 2. Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.	4	1	14
3.	Тема 3. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома. Квантовые размерные эффекты. Квантовые точки, проволоки и плоскости.	4	1	14
4.	Тема 4. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц. "Умные" наноматериалы.	4	1	14

5.	Тема 5. Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер.	4	1	14
6.	Тема 6. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Нанодиагностика.	4	1	14
7.	Тема 7. ДНК-чипы и биочипы. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.	4	1	17
ИТОГО			7	101

4.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. История развития нанотехнологий. Инструментарий нанотехнолога.

лекционное занятие (1 час):

Введение в нанотехнологию. Цели и задачи нанотехнологии. Физические и технологические проблемы и ограничения микроминиатюризации полупроводниковых устройств. Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Визуализация и контроль результатов нанотехнологий - обязательное условие для их реализации и развития.

Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.

История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры

Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов. Нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Углеродные нанотрубки, технология изготовления, структура и свойства.

Тема 2. Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.

лекционное занятие (1 час):

Супрамолекулярная химия и самосборка - основные термины и понятия. Материалы электроники для нанотехнологий. Кремний и его модификации, в том числе, кремний на изоляторе, пористый кремний, нанокристаллы кремния в диоксиде кремния.

Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) и наиболее распространенные системы полупроводниковых материалов на основе твердых растворов АЗВ5. Тройные и четверные соединения на основе АЗВ5. Материалы на основе нитридов и их применение.

Тема 3. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома. Квантовые размерные эффекты. Квантовые точки, проволоки и плоскости.

лекционное занятие (1 час):

Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома. Субмикронные технологии. Уменьшение размеров элементов методами традиционной планарной технологии за счет разработки, создания и применения экстремальных ультрафиолетовых источников излучения со сверхкороткой длиной волны (13.5 нм) при процессах литографии.

Квантовые размерные эффекты. Источники экстремального ультрафиолета. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в НТ. Нанолитография. Электронная,

ионная и рентгеновская литографии. Изготовление наноточек и нанопроволок литографическими методами.

Квантовые точки, проволоки и плоскости. Самоорганизация квантовых точек и нитей. Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странски-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ.

Тема 4. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц. "Умные" наноматериалы.
лекционное занятие (1 час):

Объекты нанохимии. Классификации наночастиц. Нанопечатная литография. Изготовление штампов. Выбор резистов, полиметилметакрилат. Реактивное ионное травление.

Умные наноматериалы. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ.

Тема 5. Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер.

лекционное занятие (1 час):

Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер. Периодические структуры плоских доменов. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми точками

Способность молекул ДНК кодировать информацию о строении белков с использованием ограниченного числа «букв». Первые примеры ДНК-вычислений.

Тема 6. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Нанодиагностика.

лекционное занятие (1 час):

Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Ионный синтез наноструктур на поверхности и в объеме полупроводников. Формирование нанокристаллов кремния и германия в диоксиде кремния и полимерных материалах при ионной бомбардировке. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе. Анизотропное распыление поверхности полупроводниковых материалов при воздействии ионных пучков.

Повышение чувствительности традиционных средств диагностики. Наночастицы в составе иммуносенсоров. Лаборатория на чипе.

Тема 7. ДНК-чипы и биочипы. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.

лекционное занятие (1 час):

Микрофлюидные системы. Полимеразная цепная реакция. Проведение полимеразной цепной реакции для получения фрагментов ДНК заданной последовательности олигонуклеотидов. Биочипы. Формирование центров связывания. Регистрация сигнала ДНК-чипов.

Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Генная инженерия. Мутации. Рестрикция. Трансдукция. Обмен генетическим материалом.

Конструкции из белков. «Поделки» из молекул ДНК. РНК-наномашин.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях:

- компьютерные презентации лекций.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ (СРА) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала, подготовка к опросу по материалам лекций;

- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- проведение имитационного моделирования с использованием бесплатных версий программ в Интернет;
- подготовка к рассмотрению конкретных случаев (case study).
- поиск информации по интернет-ресурсам, знакомство с новыми публикациями по теме собственных научных исследований.

Вопросы для самостоятельной работы

Тема 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. История развития нанотехнологий. Инструментарий нанотехнолога.

1. Цели и задачи нанотехнологии.
2. Физические и технологические проблемы и ограничения микроминиатюризации полупроводниковых устройств.
3. Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов.
4. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии.
5. Визуализация и контроль результатов нанотехнологий - обязательное условие для их реализации и развития.
6. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии.
7. Электростатические эффекты.
8. Локальный тепловой нагрев.
9. Пластическая деформация.
10. Полевое испарение положительных и отрицательных ионов.
11. Пондеромоторный эффект.
12. Эффект электронного ветра.
13. История развития нанотехнологий.
14. Наноструктурные элементы вещества.
15. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры.
16. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы.
17. Наноструктурные полимеры
18. Инструментарий нанотехнолога.
19. Материалы на основе наноструктурных элементов.
20. Нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные.
21. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка.
22. Углеродные нанотрубки, технология изготовления, структура и свойства.

Тема 2. Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.

1. Супрамолекулярная химия и самосборка - основные термины и понятия.
2. Материалы электроники для нанотехнологий.
3. Кремний и его модификации, в том числе, кремний на изоляторе, пористый кремний, нанокристаллы кремния в диоксиде кремния.
4. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.
5. Гетероструктуры (ГС) и наиболее распространенные системы полупроводниковых материалов на основе твердых растворов AlB₅.
6. Тройные и четверные соединения на основе AlB₅.
7. Материалы на основе нитридов и их применение.

Тема 3. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома. Квантовые размерные эффекты. Квантовые точки, проволоки и плоскости.

1. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома.
2. Субмикронные технологии.
3. Уменьшение размеров элементов методами традиционной планарной технологии за счет разработки, создания и применения экстремальных ультрафиолетовых источников излучения со сверхкороткой длиной волны (13.5 нм) при процессах литографии.
4. Квантовые размерные эффекты.
5. Источники экстремального ультрафиолета.
6. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в НТ.
7. Нанолитография.
8. Электронная, ионная и рентгеновская литографии.
9. Изготовление наноточек и нанопроволок литографическими методами.
10. Квантовые точки, проволоки и плоскости.
11. Самоорганизация квантовых точек и нитей.
12. Самоорганизованный рост по механизму
13. Странски-Крастанова.
14. Теория самоорганизованного роста квантовых точек.
15. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ.

Тема 4. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц. "Умные" наноматериалы.

1. Объекты нанохимии.
2. Классификации наночастиц.
3. Нанопечатная литография.
4. Изготовление штампов.
5. Выбор резистов, полиметилметакрилат.
6. Реактивное ионное травление.
7. Умные наноматериалы.
8. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях.
9. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков.
10. Массивы вертикально-связанных КТ.

Тема 5. Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер.

1. Принципы функционирования полупроводниковой электроники.
2. Периодические структуры плоских доменов.
3. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников.
4. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми точками
5. Способность молекул ДНК кодировать информацию о строении белков с использованием ограниченного числа «букв».
6. Примеры ДНК-вычислений.

Тема 6. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Нанодиагностика.

1. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки.
2. Ионный синтез наноструктур на поверхности и в объеме полупроводников.
3. Формирование нанокристаллов кремния и германия в диоксиде кремния и полимерных материалах при ионной бомбардировке.
4. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе.
5. Анизотропное распыление поверхности полупроводниковых материалов при воздействии ионных пучков.
6. Повышение чувствительности традиционных средств диагностики.

7. Наночастицы в составе иммуносенсоров.
8. Лаборатория на чипе.

Тема 7. ДНК-чипы и биочипы. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.

1. Микрофлюидные системы.
2. Полимеразная цепная реакция.
3. Проведение полимеразной цепной реакции для получения фрагментов ДНК заданной последовательности олигонуклеотидов.
4. Биочипы.
5. Формирование центров связывания.
6. Регистрация сигнала ДНК-чипов.
7. Генная терапия и электропорация.
8. Рекомбинантные ДНК.
9. Генная инженерия.
10. Мутации.
11. Рестрикция.
12. Трансдукция.
13. Обмен генетическим материалом.
14. Конструкции из белков.
15. «Поделки» из молекул ДНК.
16. РНК-наномашинны.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

ПРОТОКОЛ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БАЛЛОВ

по курсу «Нанохимия» для аспирантов 2 курса Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ (4 семестр)

Виды занятий, количество часов и формы контроля для аспирантов 2 курса в 4 семестре:

Таблица 1.

№	Виды учебных занятий	Количество часов	Форма контроля
1	Всего часов по дисциплине	108	зачет
2	Самостоятельная работа	72	
3	Аудиторных занятий	36	
	В том числе: лекций	18	
	Семинарских (практических)	18	

Количество баллов, выделенное на курс, – 100%. Максимально возможная сумма баллов складывается из 50% за работу в семестре и 50% за зачет.

Работа в семестре

Текущая работа в семестре проводится в соответствии с рабочим планом. Максимально возможная сумма баллов – 100%. Начисление баллов учитывает работу студента в аудитории – результаты текущего контроля (таблица 2).

Таблица 2.

№	Название темы	Баллы
1	Тесты текущего контроля 1. Методы исследования наноразмерных систем	50
2	Тесты текущего контроля 2. Физико-химия наноструктурированных материалов	50
	ИТОГО	100

Сдача зачета

Зачет по курсу является итоговой оценкой по курсу. К зачету допускаются студенты, которые написали тесты текущего контроля и в итоге набрали не менее 25,5% (не менее 51 балла). Зачет проводится по темам, обозначенным в рабочей программе. Зачет проводится в письменной форме. Максимальное количество баллов, выделяемое за зачет, – 50%. Каждый студент получает 5 вопросов. Ответ на каждый вопрос оценивается максимум 20 баллами.

Критерии оценок следующие: - 100 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- 90 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
- 80 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
- 70 баллов - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы.
- 60 баллов — студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.
- 50 баллов - в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.
- 40 баллов - ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.
- 20-30 баллов - студент имеет лишь частичное представление о теме, не умеет логически обосновать свои мысли.
- 0-10 баллов - студент не имеет представления о теме.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Тестирование по темам 1-4.

Примеры тестовых заданий:

БИЛЕТ № 1-15.

Ваша цель - заполнить таблицу в конце листа. Для этого в пустые клетки таблицы против номера задачи впишите цифру (цифры), соответствующую(ие) правильному варианту(ам) ответа.

За каждый правильный ответ сумма Ваших баллов увеличивается, за каждый неправильный - уменьшается. Поэтому, если Вы не уверены в правильности ответа, лучше выбрать вариант "не знаю", за который не начисляются штрафные баллы.

1. Найдите фамилию основоположника теории нанотехнологии.
2. Какие типы размерных эффектов для наночастиц приведены в вариантах ответов.
3. Найдите фамилии ученых, создавших сканирующий туннельный микроскоп.
4. Какой объект имеет размер в диапазоне 1-100 нм.

5. Какая молекулярная машина, способная к саморепликации, может быть запрограммирована строить любую молекулярную структуру.

Варианты ответов:

1. Положительный. 2. Средний. 3. Декслер. 4. Внешний. 5. Минимальный. 6. Сверху - вниз. 7. Температура плавления повышается с увеличением размера наночастицы. 8. Наноструктура. 9. Температура плавления повышается с уменьшением размера наночастицы. 10. Оптимальный. 11. Монте-Карло. 12. Ассемблер. 13. Бинниг. 14. Фейман. 15. Рорер. 16. Максимальный. 17. Угрожающий. 18. Внутренний. 19. Снизу-вверх. 20. Оппенгеймер. 21. Мор. 22. Оптимистический. 23. Бор. 24. Гинли 25. Кокс.

БИЛЕТ № 1-15 ФАМИЛИЯ _____ ИМЯ _____ ГРУППА № _____

№ Задания	1	2	3	4	5
Ответ					

Тестирование по темам 5-7.

Примеры тестовых заданий:

БИЛЕТ № 21-15_2.

Ваша цель - заполнить таблицу в конце листа. Для этого в пустые клетки таблицы против номера задачи впишите цифру (цифры), соответствующую(ие) правильному варианту(ам) ответа.

За каждый правильный ответ сумма Ваших баллов увеличивается, за каждый неправильный - уменьшается. Поэтому, если Вы не уверены в правильности ответа, лучше выбрать вариант "не знаю", за который не начисляются штрафные баллы.

6. Какую форму элементарного углерода открыли в 60-годах?
7. Какое искривление плоскости шестиугольников формируют пятиугольники?
8. Сколько правильных шестиугольников в молекуле фуллерена C_{60} ?
9. Сколько сигналов содержит спектр ЯМР 1H фуллерена C_{60} ?
10. Какой фуллерен имеет размер 0.375 нм?

Варианты ответов:

1. Положительный. 2. Осава. 3. Алмаз 4. 3. 5. Минимальный. 6. Графит. 7. C_{60} . 8. Фуллерен. 9. Нанотрубки. 10. Бочвар. 11. Кротто. 12. 2. 13. 30° положительное. 14. $C_{60}F_{44}$. 15. C_{70} . 16. 30° отрицательное. 17. 60° отрицательное. 18. $C_{60}F_{36}$. 19. Карбин. 20. 0. 21. 20. 22. C_{20} . 23. 12. 24. 8. 25. $C_{60}F_{60}$.

БИЛЕТ № 21-15_2 ФАМИЛИЯ _____ ИМЯ _____ ГРУППА № _____

№ Задания	1	2	3	4	5
Ответ					

Темы рефератов

Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия.

Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.

Квантовые размерные эффекты.

Квантовые точки, проволоки и плоскости.

"Умные" наноматериалы.

7.3. Вопросы к зачету

1. Основные классы наноразмерных систем (перечислить, охарактеризовать).

2. Нанотрубки и их свойства. Использование нанотрубок в качестве элементной базы микроэлектроники.
3. Углеродные наноструктуры. Фуллерен. История открытия, структура, возможности модифицирования, области применения.
4. Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.
5. Наноматериалы на основе блок-сополимеров. Возможности практического использования.
6. Супрамолекулярные структуры. Структуры с переходными металлами. Дендритные молекулы. Супрамолекулярные дендримеры. Возможности практического использования.
7. Наноструктурированные материалы. Основные методы получения и направления практического использования.
8. Биологические наноматериалы.
9. Пористые наноструктуры. Методы получения и возможности практического использования.
10. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы. Основные принципы приготовления квантовых наноструктур.
11. Наноэлектроника как одно из направлений применения нанотехнологий.
12. Роль нанотехнологий в развитии фотоники.
13. Применение наноматериалов в медицине и биологии: хирургический и стоматологический инструментарий, диагностика, искусственные органы и ткани.
14. Применение наноструктур в химии и химической технологии. Катализ на наночастицах.
15. Газодиффузионное разделение газовых смесей с использованием пористых наноматериалов – «молекулярных сит».
16. Примеры конструкционных и инструментальных материалов, изготовленных с использованием нанотехнологий.
17. Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц и др.).
18. Нанокompозиты. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.
19. Наноэнергетика. Возможности использования нанотехнологий для создания топливных элементов и устройств для хранения энергии.
20. Наноэлектромеханические системы: наномашин и наноприборов. Принципы изготовления, возможности применения.
21. Нанотехнология. Основные технологические принципы: «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Механизмы самоорганизации.
22. Физические методы синтеза нанопорошков (метод электровзрыва, механическое и ультразвуковое диспергирование).

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении	уметь критически анализировать и проводить оценку современных научных достижений в области нанохимии и нанотехнологий	Устный опрос (теоретический зачет, вопросы к зачету №16-19)

	исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	владеть теоретическими знаниями о принципе размерного квантования и условиях наблюдения квантово-размерных явлений	Устный опрос (теоретический зачет зачет, вопросы к зачету №10-12)
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	демонстрировать способность и готовность применять полученные знания на практике, использовать основные законы нано химии в профессиональной деятельности, понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний	Устный опрос (теоретический зачет зачет, вопросы к зачету №2-4)
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	знать основные виды нанообъектов и наноматериалов, уметь прогнозировать их устойчивость и физико-химические свойства; иметь представления о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов	Устный опрос (теоретический зачет зачет, вопросы к зачету №1, 19-20)
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	уметь ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур: сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии	Устный опрос (теоретический зачет зачет, вопросы к зачету №21-22)
		демонстрировать способность и готовность - организовать работу исследовательского коллектива в сфере органической химии по проблеме нанохимии и нанотехнологий	Устный опрос (теоретический зачет зачет, вопросы к зачету №5-6)
ПК-1	умением применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз	владеть фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне; понимать механизм возникновения размерных физических и	Устный опрос (теоретический зачет зачет, вопросы к зачету №13-15)

	данных	химических эффектов	
--	--------	---------------------	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию курса. Непосредственно для подготовки к текущему контролю следует использовать краткий конспект лекций, который содержит рекомендации по теории и материалу предшествующих учебных курсов, необходимых для усвоения нового материала. Ознакомление с ним рекомендуется непосредственно перед каждой лекцией для облегчения ее усвоения и запоминания нового материала. Фонды оценочных средств, включающие вопросы к самостоятельной работе студентов, тесты, билеты контрольной работы и зачета, включены в состав УММ дисциплины.

Рекомендуется просматривать конспект лекции сразу после занятий, отмечая материал и вопросы, вызвавшие затруднения для понимания. Для ответов на них рекомендуется использовать рекомендуемую литературу и ссылки на Интернет-источники, данные в аннотации к каждой лекции. Для улучшения запоминания материала рекомендуется соотнести записи конспекта лекции с презентациями. Следует регулярно повторять пройденный материал, особенно в преддверии текущего контроля (устного опроса, тестирования, контрольной работы). Если самостоятельно в лекционном материале разобраться не удалось, следует четко сформулировать вопросы и обратиться за разъяснениями к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Также необходимо контролировать усвоение пройденного материала по контрольным вопросам к лекциям. Не рекомендуется пользоваться конспектами лекций, составленными другими студентами, особенно если они относятся к другому году. Это снижает усвоение материала и его понимание. При необходимости в конспекты лекций можно включать слайды презентаций и раздаточные материалы, однако их следует дополнять пояснениями, выполняемыми на полях. Категорически не рекомендуется использовать как конспекты уменьшенные копии глав учебников, в том числе, из рекомендованной литературы, поскольку они не следуют в полной мере логике программы курса и часто дают сведения на различном уровне объяснения и детализации.

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

9.1. Основная литература

1. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии. Учебное пособие. Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. – с.237.
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с.// <http://e.lanbook.com/view/book/5793/>

9.2. Дополнительная литература

1. Якимова, Людмила Сергеевна. Метод УФ-спектроскопии и его применение в органической и физической химии [Текст: электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. С. Якимова ; Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова, Каф. орган. химии. Электронные данные (1 файл: 0,67 Мб). (Казань : Казанский федеральный университет, 2015).

9.3. Интернет-ресурсы

Вся правда о нанотехнологиях и наноматериалах в России - <http://www.nanoware.ru/>
 Нанотехнологии Nanonewsnet - <http://www.nanonewsnet.ru>
 Нанотехнологии и их применение - <http://nanoblog.ru>
 Нанотехнологии Нанотехнологическое сообщество-Нанометр - <http://www.nanometer.ru>
 Подробно о нанотехнологиях - Новости - <http://www.nano-technology.org>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Компьютерный проектор

Система интерактивного опроса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (Приказ Минобрнауки РФ от 30.07.2014 №869).

Автор(ы):

д.х.н., проф. Стойков И.И.



Рецензент(ы):

к.х.н., доцент Якимова Л.С.



Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии Химического института им. А.М Бутлерова КФУ от 31 августа 2015 года, протокол № 7.