

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Элементоорганические полимеры и наносистемы Б1.В.ДВ.09.05

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Колпакова Е.В.

Рецензент(ы): Курамшин А.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. 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
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, б.с. Колпакова Е.В. (Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений, Химический институт им. А.М. Бутлерова), argironet@gmail.com

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни;

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- общие представления о наноматериалах, отличии наноразмерных частиц вещества от атомной и компактной формы вещества, об основных принципах получения и методах исследования наноматериалов технического и природного происхождения.
- принципы строения и движущие силы образования элементоорганических мономеров, их методах синтеза и способности образовывать гомо- и гетероцепные полимеры.
- теоретические знания о способности элементов образовывать гомоцепные и гетероцепные элементоорганические полимеры, об особенностях их синтеза и специфических свойствах.
- способы синтеза и определения свойств основных типов элементоорганических мономеров и полимеров, уметь соотносить структуру мономера со структурой генетически родственного ему полимера и свойствами высокомолекулярного соединения.

Должен уметь:

- определять факторы, ответственные за свойства элементоорганических полимеров и наноструктур.
- анализировать особенности химических и физических процессов при синтезе наноразмерных элементоорганических систем.
- использовать новейшие концепции строения и реакционной способности синтезируемых соединений для управления их реакциями и предвидения синтетического результата.

Должен владеть:

- методами анализа строения и реакционной способности элементоорганических соединений и наноразмерных структур.
- методами интерпретации экспериментальных результатов для установления механизмов реакций, знаниями в смежных областях химии - органической, неорганической, фармацевтической.
- основами физических методов исследования структуры молекул и их реакций.
- навыками самостоятельного планирования исследований по синтезу конкретных наноразмерных систем и разбираться в свойствах соединений с которыми необходимо работать.
- техникой безопасности при работе с опасными веществами и быть аккуратным при работе с ними.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике, излагать в устной и письменной формах результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, сопоставлять их с достижениями мировой химической литературы, составлять научные рефераты по разделам и темам химии наноструктур, органических и элементоорганических полимерных материалов.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.09.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие представления о наноматериалах	7	4	0	0	2
2.	Тема 2. Методы исследования наноматериалов	7	8	0	0	4
3.	Тема 3. Общие представления об элементоорганических мономерах и полимерах	7	4	0	0	4
4.	Тема 4. Фосфорорганические мономеры и полимеры	7	4	0	0	4
5.	Тема 5. Борсодержащие мономеры и полимеры	7	4	0	0	4
6.	Тема 6. Кремнийорганические мономеры и полимеры.	7	4	0	0	4
7.	Тема 7. Мономеры и полимеры мышьяка и других металлоидов.	7	4	0	0	4
8.	Тема 8. Фторсодержащие полимеры и мономеры.	7	4	0	0	4
9.	Тема 9. Металлоорганические мономеры и полимеры.	7	4	0	0	2
	Итого		40	0	0	32

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие представления о наноматериалах

Общие представления о наноматериалах, отличие нано-размерных частиц вещества от атомной и компактной формы вещества. Типы частиц: молекулярные кластеры, безлигандные кластеры, коллоидные кластеры, твердотельные нанокластеры и наноструктуры, матричные нано-кластеры и супрамолекулярные наноструктуры, кластерные кристаллы и фуллериты, тонкие наноструктурные пленки, углеродные нанотрубки.

Тема 2. Методы исследования наноматериалов

Методы исследования наноматериалов: дифракция электронов, полевой электронный микроскоп, полевой ионный микроскоп, сканирующая зондовая микроскопия, рентгеновская спектроскопия и дифракция, электронная спектроскопия, оптическая и колебательная спектроскопия, Мессбауэровская спектроскопия, радиоспектроскопия.

Тема 3. Общие представления об элементоорганических мономерах и полимерах

Общие представления об элементоорганических мономерах и полимерах. История развития. Практическое значение элементоорганических полимеров со специфическими свойствами. Характеристика элементов Периодической системы Д.И. Менделеева по их способности образовывать полимеры. Особенности синтеза ЭОП. Разнозвенность ЭОП. Обзор полимеров по группам периодической системы.

Тема 4. Фосфорорганические мономеры и полимеры

Фосфорорганические мономеры и полимеры. Общие способы введения кратной связи в молекулу. Основные типы непредельных ФОС. Методы фосфорилирования для синтеза непредельных ФОС: реакция А.Е. Арбузова и др. (на основе $(RO)3P$); реакция А.Н. Пудовика и др. (на основе $(RO)2P(O)H$); реакции на основе хлоридов фосфора; фосфорилирование известных мономеров (на примере акрилатов). Карбоцепные полимеры, содержащие фосфор в боковых цепях: фосфорилирование карбоцепных полимеров; полимеры на основе непредельных соединений фосфора. Гетероцепные полимеры, содержащие фосфор в главной цепи: полимеры со связями P-C, P-O-C, C-P-N; полимеры со связями P=N (полидихлорфосфазены, полиорганодифосфазены).

Тема 5. Борсодержащие мономеры и полимеры

Борсодержащие мономеры и полимеры. Методы синтеза борсодержащих органических мономеров. Карбораны как каркасные соединения. Полимеры на карборановой основе. Полиборазены. Типы карборанов - орто-, мета- и пара-карбораны. Роль изучения карборанов в разработке принципа изолабальных аналогий и открытии фуллеренов

Тема 6. Кремнийорганические мономеры и полимеры.

Кремнийорганические мономеры и полимеры. Методы синтеза кремнийсодержащих органических мономеров: методы прямого синтеза, гомолитического силилирования, металлоорганические методы, частичного присоединения к непредельным соединениям и др. Особенности реакционной способности кремнийорганических соединений. Классификация кремнийорганических полимеров. Основные типы: полиорганосиланы, полиорганиосилоксаны, полисиланалкилены, полиорганометаллсилосилоксаны, карбоцепные полимеры, содержащие кремний в боковой цепи. Кремнийфосфорсодержащие соединения. Основные их типы со связью Si-P, Si-O-P, Si-C-P, Si-P-Si и др. Методы синтеза и свойства.

Тема 7. Мономеры и полимеры мышьяка и других металлоидов.

Мышьякорганические соединения. Общая характеристика мышьяка как элемента V группы. Типы соединений мышьяка, классификация, номенклатура. Методы синтеза и реакционная способность наиболее важных представителей мышьякорганических соединений и органических производных других элементов-металлоидов - мышьяка, сурьмы и висмута

Тема 8. Фторсодержащие полимеры и мономеры.

Фторорганические соединения. Общая характеристика фтора. Особенность фторорганических соединений. Эффект перфторирования. Непредельные фторорганические соединения. Методы синтеза и реакционная способность. Фторорганические полимеры (карбоцепные и гетероцепные, содержащие фтор в боковых цепях). Практическое значение фторорганических мономеров и полимеров.

Тема 9. Металлоорганические мономеры и полимеры.

Металлоорганические мономеры и полимеры (МОМ и МОП). Классификация мономеров по типу связей. Мономеры с сигма-связями M-C. Методы синтеза непредельных МОМ переходных металлов. МОМ ионного типа. Мономеры с координационно-связанным металлом ? МОМ сигма-типа. МОМ хелатного типа, кластерного и гетерометаллического типов. Металлсодержащие полимеры. Полимеризация МОМ ионного типа, ковалентного и пи-типов. Соплимеризация. Области практического применения МОП. Промышленный металлокомплексный катализ. Реакции восстановления, хиральные катализаторы и стереоконтролируемые процессы.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/24/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-1	1. Общие представления о наноматериалах 2. Методы исследования наноматериалов 3. Общие представления об элементоорганических мономерах и полимерах 4. Фосфорорганические мономеры и полимеры 5. Борсодержащие мономеры и полимеры
2	Контрольная работа	УК-1, УК-6	6. Кремнийорганические мономеры и полимеры. 7. Мономеры и полимеры мышьяка и других металлоидов. 8. Фторсодержащие полимеры и мономеры. 9. Металлоорганические мономеры и полимеры.
	Зачет	ПК-1, УК-1, УК-6	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
	Зачтено		Не зачтено		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 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

Семестр 7

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5

1. Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5,0 нм? Какую долю (в %) от общего объема алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0,077 нм (половина длины связи C-C); плотность алмаза $\rho = 3,52 \text{ г/см}^3$; объем шара $V = \pi d^3/6$.
2. Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1,4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70 % ее объема.
3. Нанокластеры Mo получены разложением $\text{Mo}(\text{CO})_6$ при температуре 500 К и давлении 10⁷ мбар. Средний диаметр кластера 2 нм, плотность молибдена $\rho = 10,3 \text{ г/см}^3$, относительная атомная масса $A_r = 96$. Рассчитайте число кластеров, которое можно получить из 1 л $\text{Mo}(\text{CO})_6$ при указанных условиях.
4. Предположим, у нас есть полностью гидрированный фуллерен $\text{C}_{60}\text{H}_{60}$. Опишите его химические свойства по отношению к следующим реагентам: вода, сера при нагревании до 300 градусов, концентрированная соляная кислота, металлический натрий при комнатной температуре. К какому классу органических веществ Вы бы его отнесли? Напишите уравнения реакций.
5. Определите формулу наночастицы молибдена Mo_n , которая в 3 раза тяжелее наночастицы титана Ti_{60} . Оцените, при каком минимальном n размер частицы Pt может попасть в нанодиапазон? Радиус атома платины $r = 136 \text{ пм}$.
6. Сколько наночастиц $(\text{TiO}_2)_{300}$ теоретически можно получить из 1.0 нг титана? Какой можно использовать для этого способ?
7. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала $r_1 = 50 \text{ нм}$, а второго $r_2 = 20 \text{ нм}$. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?
8. Для приготовления пирофорного нанопорошка металла юный химик Эдуард использовал двухосновную кислоту А, содержащую 32,0 мас.% углерода и бесцветный порошок Б (содержит 4,5 мас.% углерода), разлагающийся кислотой с выделением газа, имеющего плотность при н.у. 1,97 г/л. В результате реакции был получен раствор, из которого со временем выделились кристаллы вещества С. Они бесцветны, растворимы в воде, а их раствор дает черный осадок под действием сероводорода и коричневый ? под действием раствора гипохлорита натрия. Черный осадок при действии пероксида водорода становится белым. При нагревании вещества В до 400⁰С в вакууме был получен нанопорошок металла Г с размером частиц 50 нм. На воздухе порошок самораскаляется, постепенно превращаясь в красно-коричневый порошок Д, содержащий 7,17 мас.% кислорода. Назовите неизвестные вещества и запишите уравнения реакций. Приведите примеры получения пирофорных порошков других металлов.
9. Для получения нанокластеров золота используется восстановление тетрахлорзолотой кислоты (HAuCl_4) лимонной кислотой. В результате такого восстановления было получено $6,02 \cdot 10^{19}$ кластеров золота с усредненной формулой Au_{100} . Запишите уравнение взаимодействия HAuCl_4 с лимонной кислотой (расставьте коэффициенты). Определите, какая масса HAuCl_4 была взята для получения наночастиц.
10. Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм. Оцените, какая доля (в %) атомов золота находится на поверхности наночастицы золота.
11. Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5.0 нм? Какой процент от общего объема алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0.077 нм. Плотность алмаза 3.52 г/см³.
12. Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность 110 м²/г. Считая, что порошок состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность TiO_2 равна 3.6 г/см³.

13. Три химика Аделя, Евгений и Кирилл получили задание синтезировать квантовые точки селенида цинка. ?Селен ? ближайший аналог серы?, ? рассуждали они. Поэтому метод получения селенида цинка должен быть близок к методу синтеза сульфида. Из справочника они узнали, что селенид цинка ? желтое вещество, нерастворимое в воде. При выборе метода синтеза мнения юных химиков разделились. Аделя смешала в пробирке концентрированные растворы селенида аммония и хлорида цинка, Евгений взял вместо селенида аммония селеномочевину $(\text{NH}_2)_2\text{CSe}$, а Кирилл пропустил ток селеноводорода через слабый раствор ацетата цинка с добавленной в него олеиновой кислотой. Изучим лабораторные журналы ребят. В лабораторном журнале красного цвета записано, что сразу выпал лимонно-желтый осадок, в тетрадке зеленого цвета сделана запись ? ?раствор окрасился в желтоватый цвет?, а в тетради черного цвета мы читаем ?при нагревании пробирки образовалось золотистое зеркало?. Что называют квантовыми точками (дайте ответ одной фразой). Какого цвета тетради у ребят? Кто из юных химиков получил квантовые точки? Для чего использовали селеномочевину, олеиновую кислоту?

2. Контрольная работа

Темы 6, 7, 8, 9

Примеры заданий контрольной работы предложите методы синтеза следующих элементоорганических полимеров r-элементов из доступного синтетического сырья (приводятся структурные формулы полимеров):

1. Характеристика элементов Периодической системы Д.И. Менделеева по их способности образовывать полимеры.
2. Особенности синтеза ЭОП.
3. Разнозвенность ЭОП.
4. Обзор полимеров по группам периодической системы.
5. Оптические методы изучения наносистем.
6. Особенность фторорганических соединений.
7. Эффект перфторирования.
8. Непредельные фторорганические соединения. Методы синтеза и реакционная способность.
9. Карбоцепные полимеры, содержащие фосфор в боковых цепях: фосфорилирование карбоцепных полимеров;
10. Полимеры на основе непредельных соединений фосфора.
11. Борсодержащие полимеры. Карбораны.
12. Методы синтеза кремнийсодержащих органических мономеров и полимеров.

Зачет

Вопросы к зачету:

Вопросы к зачету (примеры)

1. Критерии образования элементоорганических полимеров.
2. Практическое применение наносистем.
3. Серосодержащие полимеры.
4. Атомный силовой микроскоп.
5. Координационные полимеры ? получение и области применения.
6. Полевые методы изучения наносистем.
7. Металлсодержащие мономеры ионного типа, ковалентного и π -типов.
8. Дифракционные методы изучения наносистем.
9. Характеристика элементов Периодической системы Д.И. Менделеева по их способности образовывать полимеры. Особенности синтеза ЭОП. Разнозвенность ЭОП. Обзор полимеров по группам периодической системы.
10. Оптические методы изучения наносистем.
11. Особенность фторорганических соединений. Эффект перфторирования. Непредельные фторорганические соединения. Методы синтеза и реакционная способность.
12. Отличие наноразмерных частиц от атомной и компактной формы вещества
13. Карбоцепные полимеры, содержащие фосфор в боковых цепях: фосфорилирование карбоцепных полимеров; полимеры на основе непредельных соединений фосфора.
14. Биологические объекты как наносистемы.
15. Борсодержащие полимеры. Карбораны.
16. Методы получения лигандных и безлигандных кластеров.
17. Методы синтеза кремнийсодержащих органических мономеров и полимеров.
18. Типы наноразмерных систем ? наночастицы, нанопровода, нанопленки.
19. Характеристика элементов Периодической системы Д.И. Менделеева по их способности образовывать полимеры.
20. Методы получения графена, фуллеренов и углеродных нанотрубок.
21. Обзор полимеров по группам периодической системы.
22. Катенаны, ротаксаны. Способы получения, области применения.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	25
		2	25
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 570 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94167>
2. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 626 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94168>
3. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 547 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94166>
4. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Эльшенбройх ; пер. с нем. Ю. Ф. Опруненко, Д. С. Перекалина. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 749 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94112>
5. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2014. - 224 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036
6. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 512 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5842>
7. Тоуб, М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] : монография / М. Тоуб, Д. Берджесс. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 683 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94114>

7.2. Дополнительная литература:

1. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. - 729 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84139>
2. Нанобиотехнологии : практикум [Электронный ресурс] / А.М. Абатурова [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 403 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84101>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

N+1: научные статьи, новости, открытия - <https://nplus1.ru/rubric/science>

Новости химической науки - <http://www.chemport.ru/newsarchive.shtml>

Он-лайн энциклопедия по металлоорганической химии -

<http://www.freebookcentre.net/Chemistry/OrganoMetallic-Chemistry-Books.html>

Сайт нанотехнологического сообщества ученых, студентов и любознательных читателей. - <http://www.nanometer.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.
контрольная работа	Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины. Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения. Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы: 1. закрепление полученных ранее теоретических знаний; 2. выработка навыков самостоятельной работы; 3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе. Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу. Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя. Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.
зачет	Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На зачете необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Элементоорганические полимеры и наносистемы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Элементоорганические полимеры и наносистемы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации не предусмотрено .