

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Теоретические основы органической и элементарорганической химии С3.В.2

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений

Квалификация выпускника:

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Черкасов Р.А.

**Рецензент(ы):**

Гарифзянов А.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

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

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Черкасов Р.А. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова, [Rafael.cherkasov@kpfu.ru](mailto:Rafael.cherkasov@kpfu.ru)

### 1. Цели освоения дисциплины

Приобретение знаний в области одной из новейших дисциплин химической науки и практики, сформированной в основном в 20 и 21 веках - теории строения и химических реакций органических и элементоорганических соединений. Положения и достижения этих дисциплин лежат в основе научно - технического прогресса последних десятилетий в области создания новых материалов и веществ с практически полезными свойствами, определивших в значительной степени лицо современной цивилизации. Понимание обучающимися основополагающих факторов создания веществ с заданной структурой и свойствами может быть получено лишь при изучении природы связи и структуры молекулы, взаимозависимости между строением, химическим поведением и свойствами конечного химического продукта. Это, в свою очередь,, предполагает освоение методологии получения подобного рода знаний, умения анализировать внутренние и внешние факторы химической реакционной способности, определяющих конечный синтетический результат. Теоретическая вооруженность обучающиеся является основой сознательного планирования и управления химическим процессом, умением предвидеть результат как экспериментальных, так и промышленных технологий химического процесса.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " С3.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина относится к профессиональному циклу (С3). В данном курсе даются представления о современных подходах к исследованию взаимосвязи между строением органических и элементоорганических соединений и их реакционной способностью, механизмах реакций и способах их установления, зависимости свойств органических производных элементов от их положения в Периодической системе. Приводятся новейшие достижения в развитии теоретических представлений о природе химической связи, пространственном и электронном строении органических и элементоорганических молекул, дается методология критического анализа современных положений и концепций в теоретической органической и элементоорганической химии, новейшие данные о практическом использовании новых достижений в указанных областях химии.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов;
ПК-7 (профессиональные компетенции)	имеет опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях;
ПК-8 (профессиональные компетенции)	владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные подходы к установлению взаимосвязи между свойствами молекул и характером химических связей в них, основные типы химических реакций органических и элементоорганических соединений; основные характеристики функциональных групп; основные положения теории строения молекул и типов внешних факторов.

2. должен уметь:

уметь анализировать факторы, определяющие реакционную способность органических и элементоорганических соединений, иметь представления об эффектах функциональных групп; прогнозировать структуру и свойства молекул в зависимости от положения элемента в Периодической системе; сопоставлять общие и специфические особенности химического поведения органических и элементоорганических молекул; адекватно сопоставлять структуру молекулы с ее проявлениями в результатах инструментальных методов идентификации молекул.

3. должен владеть:

методологией анализа электронной и пространственной структуры молекул; подходами и способностью критически анализировать факторы, определяющие химическое поведение и свойства молекул; основными представлениями теории и практики использования методов изучения строения молекул и их реакций: общими представлениями о возможностях экспериментального и практического использования органических и элементоорганических соединений

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к теоретической и экспериментальной научной деятельности в области синтеза, выделения, очистки и идентификации новых веществ; восприятия и понимания новейших теоретических представлений и практических достижений органической и элементоорганической химии; сопоставлению полученных экспериментальных и теоретических результатов с мировым опытом и литературными прецедентами и аналогиями; адекватно и на современном уровне представлять результаты и выводы индивидуальной научной работы.

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Специфика органически и элементоорганических молекул и их реакций	7	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Химические связи в органических и элементоорганических соединениях	7	1	2	2	0	реферат
3.	Тема 3. Многоцентровые многоэлектронные связи в элементоорганических молекулах.	7	2	2	0	0	
4.	Тема 4. Стереохимия органических и элементоорганических соединений.	7	2	2	3	0	
5.	Тема 5. Интермедиаты в химических реакциях.	7	3	2	2	0	
6.	Тема 6. Роль среды. Катализ в органических и элементоорганических реакциях	7	3	2	2	0	контрольная работа
7.	Тема 7. Взаимосвязь электронной и пространственной структуры.	7	4	2	3	0	
8.	Тема 8. Методы установления механизмов реакций. Критерии истинности механизма.	7	4	2	3	0	
9.	Тема 9. Механизмы реакций нуклеофильного замещения у насыщенных центров.	7	5	2	3	0	
10.	Тема 10. Механизмы реакций нуклеофильного отщепления.	7	5	2	3	0	письменная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Реакции карбонильных соединений.	7	6	2	0	0	письменная работа
12.	Тема 12. Реакции электрофильного замещения.	7	6	2	4	0	
13.	Тема 13. Реакции электрофильного присоединения.	7	7	2	4	0	
14.	Тема 14. Гомолитические реакции. Согласованные реакции. Циклоприсоединение.	7	7	2	2	0	
15.	Тема 15. Молекулярные перегруппировки органических и элементоорганических соединений	7	8	2	4	0	
16.	Тема 16. Органических производные металлов 1 и 2 групп.	7	8	2	2	0	
17.	Тема 17. Органические производных бора и алюминия.	7	9	2	2	0	
18.	Тема 18. Органические производные элементов 4 группы.	7	9	2	2	0	письменная работа
19.	Тема 19. Органические производные переходных металлов.	7	10	2	3	0	
20.	Тема 20. Диеновые, циклопентадиенильные и ареновые комплексы.	7	10	2	0	0	
21.	Тема 21. Промышленный металлокомплексный катализ.	7	11	2	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			42	44	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

## **Тема 1. Специфика органически и элементоорганических молекул и их реакций**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Полиэдрические структуры и многоцентровые многоэлектронные связи - предмет элементоорганической химии химии. Сходство и различие органических и элементоорганических молекул.

## **Тема 2. Химические связи в органических и элементоорганических соединениях**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Способ описания химических связей. Двухцентровые двухэлектронные связи. Концепция электроотрицательности и полярность связей.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Анализ полярности связей на основе величин электроотрицательностей.

## **Тема 3. Многоцентровые многоэлектронные связи в элементоорганических молекулах.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Типы лигандов в МОС. Правило 18 электронов. Характер связей в электронодефицитных молекулах. Донорно-акцепторные и дативные связи

## **Тема 4. Стереохимия органических и элементоорганических соединений.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Пространственная структура. Хиральность, эффекты групп, прогнозирование реакционной способности.

### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Анализ сходства и различия барьеров вращения в органических и элементоорганических молекулах. Основные принципы конформационного анализа.

## **Тема 5. Интермедиаты в химических реакциях.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Карбокатионы, карбанионы, радикалы, ион-радикалы, цвиттер-ионы, бирадикалы. Структура. Факторы стабилизации.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Кинетическая и термодинамическая стабилизация метастабильных элементоорганических молекул

## **Тема 6. Роль среды. Катализ в органических и элементоорганических реакциях**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Современная концепция сольватации. Общий и специфический кислотный и основной катализ. Кислоты Бренстеда и Льюиса, принцип ЖМКО.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Принципы анализа жесткости и мягкости реакционных центров и прогнозирование реакционной способности на их основе.

## **Тема 7. Взаимосвязь электронной и пространственной структуры.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Заполнение валентных слоев. Теория отталкивания валентных электронных пар. Принцип изоlobalьной аналогии.

### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Оценка возможности создания потенциальных элементоорганических систем на основе принципа изоlobalьности

## **Тема 8. Методы установления механизмов реакций. Критерии истинности механизма.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятия механизма, стадий и скоростьопределяющих стадий. Типы механизмов. Критерии согласованных и ступчатых механизмов.

### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Подходы к анализу количественной взаимосвязи "структура - свойство"

## **Тема 9. Механизмы реакций нуклеофильного замещения у насыщенных центров.**



**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Диссоциативные и ассоциативные процессы. Механизмы присоединения-элиминирования. Переходные состояния и интермедиаты. Роль строения нуклеофила и субстрата. Нуклеофильное замещение у атома кремния.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Анализ возможности согласованного и ступенчатого течения реакций замещения в химии углерода и кремния.

**Тема 10. Механизмы реакций нуклеофильного отщепления.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Факторы, определяющие реакционную способность. Структура субстрата и нуклеофила. Правила Зайцева и Гофмана.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Синтез соединений низкокординированных фосфора и элементов IV группы на основе реакций отщепления.

**Тема 11. Реакции карбонильных соединений.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Тетраэдрические интермедиаты, роль уходящей группы, катализ, омыление и этерификация.

**Тема 12. Реакции электрофильного замещения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Согласованные и двустадийные процессы. Реакции в ряду металлоорганических соединений. Прото- и галоиддеметаллирование.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Сходство и различие реакций ароматического и алифатического электрофильного замещения.

**Тема 13. Реакции электрофильного присоединения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Стереохимия, правило Марковникова, смешанное присоединение. Сольвоаддукты. Симметричные и асимметричные циклические интермедиаты. Кинетика. Продуктоопределяющая стадия.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Современное состояние оценки интермедиатов в реакциях электрофильного присоединения. Примеры смены механизма электрофильного и нуклеофильного типов.

**Тема 14. Гомолитические реакции. Согласованные реакции. Циклоприсоединение.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Механизмы радикальных реакций замещения и присоединения. Электроциклические реакции. Согласованные и несогласованные процессы. Правило Вудворта-Гоффмана.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Реакции циклоприсоединения в элементоорганическом ряду.

**Тема 15. Молекулярные перегруппировки органических и элементоорганических соединений**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Секстетные перегруппировки, нуклеофильные и радикальные 1,2-пергруппировки. Аллильные пергруппировки, Перегруппировки непредельных и фосфорорганических соединений.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Элементотропия и анализ механизмов элементотропных превращений.

**Тема 16. Органических производные металлов 1 и 2 групп.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Строение и методы синтеза. Литий и натрийорганические соединения. Реакция Виттига. Магнийорганические соединения. Цинк- и ртутьорганические соединения.



**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Уравнение Шленки и процессы ассоциации в химии ЭОС

**Тема 17. Органические производных бора и алюминия.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Природа связи в димерах и мономерах. Специфика химических реакций. Гидрометаллирование. Карбоалюминирование. Использование в органическом синтезе.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Реакция Судзуки и другие реакции сочетания

**Тема 18. Органические производные элементов 4 группы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Изменение свойств связи элемент-углерод в группе. Методы синтеза и основные реакции. Силоксаны, -азаны, -атраны, силикаты. Реакция Стилле.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Гипервалентные соединения кремния и олова. Новые достижения в использовании ЭОС в органическом синтезе. Реакция Симмонса- Смита и аналогичные процессы кросс-сочетания

**Тема 19. Органические производные переходных металлов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Связь элемент - переходный металл, сигма-комплексы . Олефиновые комплексы катионов и ноль-валентных металлов. Использование в синтезе

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Промышленные процессы функционализации олефинов на металлоорганических катализаторах

**Тема 20. Диеновые, циклопентадиенильные и ареновые комплексы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Ферроцен и сэндвичевые структуры. Реакции металлоорганических ароматических систем. Активация металлом ароматических систем.

**Тема 21. Промышленный металлокомплексный катализ.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Ацетиленовый лиганд. Основные реакции и области применения металлокомплексных катализаторов. Стереоконтролируемый катализ. Работы Нобелевских лауреатов 2000-х годов в области каталитических процессов.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Специфика органически и элементоорганических молекул и их реакций	7	1	Изучение материалов лекций и рекомендованных источников	2	Интерактивный опрос
2.	Тема 2. Химические связи в органических и элементоорганических соединениях	7	1	подготовка к реферату	2	реферат

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Многоцентровые многоэлектронные связи в элементоорганических молекулах.	7	2	Проработка материала конспектов	2	Интерактивный опрс
4.	Тема 4. Стереохимия органических и элементоорганических соединений.	7	2	Изучение материала лекций и источников	2	Интерактивный опрос
5.	Тема 5. Интермедиаты в химических реакциях.	7	3	Изчение материала лекций и источников	3	Интерактивный опрос
6.	Тема 6. Роль среды. Катализ в органических и жлементоорганических реакциях	7	3	подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
7.	Тема 7. Взаимосвязь электронной и пространственной стуктуры.	7	4	Изучение материала лекций и источников	5	Интерактивный опрос
8.	Тема 8. Методы установления механизмов реакций. Критерии истинности механизма.	7	4	Выдача письменных заданий для составления краткого реферата	6	Анализ характерных ошибок и интерактивный опрос по его результатам
9.	Тема 9. Механизмы реакций нуклеофильного замещения у насыщенных центров.	7	5	Изучение материала лекций и источников	5	Интерактивный опрос
10.	Тема 10. Механизмы реакций нуклеофильного отщепления.	7	5	подготовка к письменной работе	5	письменная работа
11.	Тема 11. Реакции карбонильных соединений.	7	6	подготовка к письменной работе	10	письменная работа
12.	Тема 12. Реакции электрофильного замещения.	7	6	Изучение материала лекции	2	Интерактивный опрос
13.	Тема 13. Реакции электрофильного присоединения.	7	7	Поиск оригинальных примеров в Инетрнете по предлагаемым вопросам	2	Интерактивный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
14.	Тема 14. Гомолитические реакции. Согласованные реакции. Циклоприсоединение.	7	7	Работа с источником, предлагаемым преподавателю	2	Интерактивный опрос
15.	Тема 15. Молекулярные перегруппировки органических и элементоорганических соединений	7	8	Анализ сходства и различия перегруппировок в ряду органических и элементоорганических соединений	2	Интерактивный опрос
16.	Тема 16. Органических производные металлов 1 и 2 групп.	7	8	Механизмы реакций замещения. Реакция Вюрца.	1	Устный опрос
17.	Тема 17. Органические производные бора и алюминия.	7	9	Органические производные бора и алюминия в органическом синтезе	1	Устный опрос
18.	Тема 18. Органические производные элементов 4 группы.	7	9	подготовка к письменной работе	1	письменная работа
19.	Тема 19. Органические производные переходных металлов.	7	10	Контрольная работа по индивидуальным заданиям	2	Проверка письменных работ и рецензия преподавателя
	Итого				58	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Интерактивный опрос, компьютерные презентации лекций, составление рефератов с использованием интернет-ресурсов

1. Специфика органических и элементоорганических молекул

1.1. Описание связей в теории валентных схем и в методе МО, подбирают примеры из учебников и в Интернете.

1.2. Концепция электроотрицательности и полярность связей. Студенты характеризуют полярность связи в примерах, предъявленных преподавателем.

1.3. Прогнозирование реакционной способности, исходя из поляризации связей в молекуле. Анализ примеров, предъявленных преподавателем.

Форма контроля - тест-опросы.

2. Механизмы органических и элементоорганических реакций. Подготовка реферата по заданию преподавателя.

Форма контроля - проверка рефератов и анализ характерных ошибок.

3. Реакционная способность элементоорганических соединений. Студенты готовят ответы на предложенные вопросы, используя учебный материал и информацию в Интернете.

Форма контроля - интерактивный семинар.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Специфика органических и элементоорганических молекул

Студенты готовят ответы на следующие вопросы

1.1. Описание связей в теории валентных схем и в методе МО, подбирают примеры из учебников и в Интернете.

1.2. Концепция электроотрицательности и полярность связей. Студенты характеризуют полярность связи в примерах, предъявленных преподавателем.

1.3. Прогнозирование реакционной способности, исходя из поляризации связей в молекуле. Анализ примеров, предъявленных преподавателем.

Форма контроля - тест-опросы.

2. Механизмы органических и элементоорганических реакций. Подготовка реферата по заданию преподавателя.

Форма контроля - проверка рефератов и анализ характерных ошибок.

3. Реакционная способность элементоорганических соединений. Студенты готовят ответы на предложенные вопросы, используя учебный материал и информацию в Интернете.

Форма контроля - интерактивный семинар.

1. Специфика органических и элементоорганических молекул

Студенты готовят ответы на следующие вопросы

1.1. Описание связей в теории валентных схем и в методе МО, подбирают примеры из учебников и в Интернете.

1.2. Концепция электроотрицательности и полярность связей. Студенты характеризуют полярность связи в примерах, предъявленных преподавателем.

1.3. Прогнозирование реакционной способности, исходя из поляризации связей в молекуле. Анализ примеров, предъявленных преподавателем.

Форма контроля - тест-опросы.

2. Механизмы органических и элементоорганических реакций. Подготовка реферата по заданию преподавателя.

Форма контроля - проверка рефератов и анализ характерных ошибок.

3. Реакционная способность элементоорганических соединений. Студенты готовят ответы на предложенные вопросы, используя учебный материал и информацию в Интернете.

Форма контроля - интерактивный семинар.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Специфика органических и элементоорганических молекул и их реакций**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Предмет элементоорганической химии. История возникновения химии ЭОС. Терминология в русско- и англоязычной литературе. ЭОС в природе и в промышленности. Статика и динамика элементоорганической химии. Стабилизация неустойчивых структур в координационной сфере переходных металлов

### **Тема 2. Химические связи в органических и элементоорганических соединениях**

реферат , примерные темы:

Сходство и различие в природе связи в органических и элементоорганических молекулах. Полярные, ковалентные и многоцентровые многоэлектронные связи. Специфика стабилизации неустойчивых структур. ЭОС в промышленности и в природе.

### **Тема 3. Многоцентровые многоэлектронные связи в элементоорганических молекулах.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Электронная структура электронодефицитных молекул и недостаточность концепции простых связей для ее описания. Концепция многоцентровых многоэлектронных связей для описания строения гидридов бора и органоаланов. Гипервалентность и концепция многоцентровых многоэлектронных связей как альтернатива участия вакантных орбиталей. Специфика связи лиганд-переходный металл.

### **Тема 4. Стереохимия органических и элементоорганических соединений.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Понятия конституция, конфигурация и конформация молекул. Хиральность. Энантио- и диастереомерия. Барьеры вращения и конформации органических и элементоорганических молекул. Цис- - транс-изомерия. Соотношения конфигурационных и конформационных взаимопереходов. Конформация лигандов в ферроцене. Стереoeлектронные эффекты. Стереоселективность и стереоспецифичность. Принципы региохимии.

### **Тема 5. Интермедиаты в химических реакциях.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Карбокатионы, карбанионы, свободные радикалы. Способы генерирования, структура, факторы стабилизации. Методы идентификации на основе спектральных данных. Метод химических ловушек. Роль интермедиатов в реализации механизмов реакций. Биполярные ионы и бирадикалы, их соотношение с полярностью связей. Анион-радикалы. Одноэлектронный перенос.

### **Тема 6. Роль среды. Катализ в органических и элементоорганических реакциях**

контрольная работа , примерные вопросы:

Современная концепция сольватации. Специфическая и неспецифическая сольватация. Общий и специфический кислотный и основной катализ Жесткие и мягкие кислоты и основания. Промежуточные характеристика. Двойственная реакционная способность.

### **Тема 7. Взаимосвязь электронной и пространственной структуры.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Принципы развития электронной структуры атомов в соответствии с Периодическим законом -кинетическая энергия, притяжение к ядру и отталкивание электронов. Принцип Паули. Теория отталкивания валентных электронных пар. Взаимосвязь между электронной и пространственной структур элементоорганических молекул как функция положения атома в Периодической системе. Связь координационного числа и вида полиэдра. Фантом-лиганды. Правило изолобальной аналогии и ее предсказательная сила.

### **Тема 8. Методы установления механизмов реакций. Критерии истинности механизма.**

Анализ характерных ошибок и интерактивный опрос по его результатам , примерные вопросы: Свод правил при выработке гипотезы механизма реакции. Кинетические и термодинамические критерии, стереохимические и электронные признаки механизма. Методы корреляционного анализа. Кинетический изотопный эффект. Полярность связи и прогноз реакционной способности. Хемо-, регио- и стереоселективность и специфичность.

### **Тема 9. Механизмы реакций нуклеофильного замещения у насыщенных центров.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Ассоциативный, диссоциативный, ион-парный и пуш-пулльный механизмы. Признаки и критерии диссоциативного мономолекулярного механизма замещения. Кинетика, стереохимия, роль среды. Особенности бимолекулярного замещения. Вальденовское обращение. кинетика и термохимия. Роль природы заместителей и влияние растворителей. Механизм присоединения-элиминирования замещения у атома кремния.

### **Тема 10. Механизмы реакций нуклеофильного отщепления.**

письменная работа , примерные вопросы:



Факторы, определяющие течение конкурентных процессов. Согласованные и несогласованные механизмы. Правило Гофмана и Зайцева и их объяснение с современных позиций. Реакции отщепления в элементоорганическом ряду.

#### **Тема 11. Реакции карбонильных соединений.**

письменная работа , примерные вопросы:

Двустадийные реакции карбонильных соединений. Роль четырехкоординационных интермедиатов. Соотношение реакций присоединения и замещения. Основные реакции карбонильных соединений. Кислый и основной катализ. Реакции этерификации и омыления.

#### **Тема 12. Реакции электрофильного замещения.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Реакции электрофильного замещения в металлоорганическом ряду. Прото- и галоддеметаллирование алифатических МОС. Кинетика, стереохимия, природа заместителей. Внутренний катализ. Реакции протодеметаллирования и галоиддеметаллирования в ароматических МОС. Сходство и различие с реакциями электрофильного ароматического замещения. Корреляционный анализ в реакциях галоиддегермилирования и -станнирования.

#### **Тема 13. Реакции электрофильного присоединения.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Природа электрофила и алкена, влияние заместителей. Доказательство многостадийности и скорость определяющая стадия. Природа интермедиатов - ониевые ионы, открытые, симметричные и несимметричные циклические интермедиаты. Правило Марковникова. Перегруппировки карбокатионов. Сольвоаддукты. Роль заместителя в нуклеофиле в региохимии процесса. Би- и тримолекулярные реакции. Продуктоопределяющая стадия.

#### **Тема 14. Гомолитические реакции. Согласованные реакции. Циклоприсоединение.**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Методы генерирования свободных радикалов. Анализ вероятных механизмов радикального замещения. Сходство и различие с гетеролитическими процессами. Радикальные реакции присоединения. Радикальные реакции ФОС. Классификация реакций циклоприсоединения. Правило Вудворта-Гофмана. Несогласованные процессы. Биполярные ионы и бирадикалы как интермедиаты реакций циклоприсоединения

#### **Тема 15. Молекулярные перегруппировки органических и элементоорганических соединений**

Интерактивный опрос , примерные вопросы:

Секстетные перегруппировки гетеролитического типа. Перегруппировки Беккера, Хока, пинаколиновая. Перегруппировка Хараша. Аллильные перегруппировки, перегруппировка Клайзена. Перегруппировки в металлоорганическом ряду. Фосфорилотропные перегруппировки, вклад химиков Казани

#### **Тема 16. Органических производные металлов 1 и 2 групп.**

Устный опрос , примерные вопросы:

Активные металлоорганические соединения. Органические производные щелочных металлов. Синтез и строение. структура ассоциатов и многоцентровые многоэлектронные связи. Реакция Вюрца. Магнийорганические соединения. Цинкорганические соединения. Ртутьорганические соединения.

#### **Тема 17. Органические производных бора и алюминия.**

Устный опрос , примерные вопросы:

Гидриды бора и алюминия. Модели многоцентровых многоэлектронных связей в структуре боранов и аланов. Реакции гидрометаллирования. Карбоалюминирование. Органические соединения бора и алюминия в органическом синтезе.

#### **Тема 18. Органические производные элементов 4 группы.**

письменная работа , примерные вопросы:

Изменение характеристик связей элемент-углерод в группе. Методы синтеза и основные реакции. Реакции гидрометаллирования. Реакции электрофильного замещения в алифатическом и ароматическом ряду. Прото- и галоиддеметаллирование. Гетероатомные соединения. Силоксаны, элементаркарбены, элементаралокены. Гипервалентные соединения.

### **Тема 19. Органические производные переходных металлов.**

Проверка письменных работ и рецензия преподавателя, примерные вопросы:

Природа связи металл-лиганд. Сигма-комплексы. Олефиновые катионные и нольвалентные комплексы. Влад сигма и пи-компонент связи. Реакционная способность координированного олефина. Диеновые и циклобутадиеновые комплексы. Циклопентадиенильные и ареновые комплексы. Ацетилен как лиганд. Изменение природы непредельных лигандов при координации с переходным металлом

### **Тема 20. Диеновые, циклопентадиенильные и ареновые комплексы.**

### **Тема 21. Промышленный металлокомплексный катализ.**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

#### **БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ**

? Билет 1

? 1 Область химии элементоорганических соединений, ее место в ряду других химических дисциплин. Открытие, применение и практическое значение ЭОС. Общие и специфические свойства органических и элементоорганических молекул и их реакций.

? 2. Реакции нуклеофильного отщепления. Механизмы E1 и E2.

? Билет 2

? 1. Теория отталкивания валентных электронных пар и ее применение для установления структуры молекул. Принцип изообальной аналогии.

? 2. Литийорганические соединения.

? Билет 3.

? 1. Типы химических связей в органических и элементоорганических соединениях. Ионные и ковалентные связи, полярность, степень ионности, поляризуемость; закономерности изменения этих характеристик в зависимости от положения элемента в Периодической системе.

? 2. Общая характеристика органических производных элементов I группы (сравнительный анализ).

? Билет 4

? 1. Многоцентровые многоэлектронные связи в металлоорганических соединениях, гидриде бора и диалкилборанах.

? 2. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.

? Билет 5

? 1. Связи металл - углерод в карбонилах металлов, олефиновых, аллильных, циклопентадиенильных и ареновых комплексах.

? 2. Реакции электрофильного присоединения.

#### **ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ**

Контрольная работа ♦1

Вариант 1

Специфика элементоорганических молекул и их реакций.

Вариант 2

Ординарные связи элементоорганических молекулах

Вариант 3

Типы лигандов и классификация органических производных переходных металлов



#### Вариант 4

Интермедиаты в органических реакциях и их идентификация

#### Вариант 5

Современные воззрения на процессы сольватации молекул

#### Вариант 6

Катализ в органической и элементоорганической химии

#### Вариант 7

Анализ зависимости пространственной структуры молекул от положения элемента в Периодической системе. Теория отталкивания валентных электронных пар.

#### Вариант 8

Принцип изолобальной аналогии и ее прогностические возможности

### 7.1. Основная литература:

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / Ю. Д. Семчиков. ?2-е изд., стер.. ?Москва: Академия, 2005.?366,[1] с.:
2. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / Ю.Д. Семчиков. ?3-е изд., стер.. ?Москва: Академия, 2006. ?366, [1] с
3. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению ВПО 020100 "Химия" и специальности 020201 "Фундаментальная и прикладная химия" / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. ?Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. ?222 с.:
4. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения: учебник. [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург, 2013. - 512 с.  
Режим доступа:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров. [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 224 с.  
Режим доступа:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4036)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

гид в области металлорганической химии - <http://www.freebookcentre.net/Chemistry/OrganoMetallic-Chemistry-Books.html>  
интернет-лекции по химии элементоорганических соединений - <http://www.scs.uiuc.edu/white/index.php?p=lectures>  
каталог литературы по металлорганической химии - <http://web.uvic.ca/~mcindoe/423/423syllabus.html>  
мировые новости в химии элементоорганических соединений - [http://www.chemport.ru/chemnews.php?tag=elementorganic\\_chemistry](http://www.chemport.ru/chemnews.php?tag=elementorganic_chemistry)  
словарь терминов металлорганической химии - <http://www.ilpi.com/organomet/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретические основы органической и элементоорганической химии" 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

компьютерный класс, ноутбук

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Черкасов Р.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гарифзянов А.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.