

Программа утверждена на заседании
Ученого Совета химического факультета
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля) Химия элементоорганических соединений
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки,. Направленность программы 02.00.08 – Химия элементоорганических соединений.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок «Дисциплины (модули)». Обязательная для освоения на 2-м году обучения (1-й семестр).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
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	31 (УК-1) ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. В2 (УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению 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	(УК-2) ЗНАТЬ: методы научно-исследовательской деятельности.

системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	31 (ОПК-1) ЗНАТЬ: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
ПК-7 способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.08 Химия элементоорганических соединений	31 (ПК-7) УМЕТЬ: проводить сложные синтезы органических и элементоорганических соединений по описанным в литературе методикам 32 (ПК-7) УМЕТЬ: планировать и осуществлять синтезы новых соединений с корректировкой процессов по ходу их осуществления

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

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 68 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (58 часов занятия лекционного типа, 10 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 4 часа групповые консультации, 4 часа индивидуальные консультации, 8 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 6 часов мероприятия промежуточной аттестации), 24 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Общий курс органической химии, Синтетические методы органической химии, Введение в стереоселективный синтез, Стратегия органического синтеза, Методы органической химии в создании лекарств, Химия гетероциклических соединений, Физико-химические методы, знание физико-химических методов исследования структуры органических соединений, в том числе на молекулярном и наноуровне.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Блок 1. Строение металлоорганических соединений.		8		2		1	11	3		3
Блок 2. Строение комплексов ранних и поздних переходных элементов.		6			1	1	8	3		3
Блок 3. Строение комплексов редкоземельных элементов.		4			1	1	6	3		3
Блок 4. Использо-		8	2		1	1	12	3		3

ние в катализе. Гидрирование.											
Блок 5. Использование в катализе. Окисление		8	2			1	9	3		3	
Блок 6. Использование в катализе. Кросс-сочетание		8	2		1	1	12	2		3	
Блок 7. Использование в катализе. Образование связей углерод-гетероатом		8	2			1	11	3		3	
Блок 8. Использование в катализе. Присоединение к алкенам и алкинам		8	2	2		1	13	3		3	
Промежуточная аттестация_зачет								6			
Итого		58	10	4	4	8	84	24		24	

9 Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

10 Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Рекомендуемая литература

1. К.Эльшебройх «Металлоорганическая химия», изд.Бином, Москва, 2011, 746 стр.
 2. «Биометаллоорганическая химия», под ред. Ж.Жауэна, изд. БИНОМ, Москва, 2009, 494 стр.
 3. Л.И.Ворончихина, Задачи, вопросы и упражнения по элементоорганической химии, Тверь, 2015, 56 стр.
 4. Танабе К. «Катализаторы и каталитические процессы», изд. Мир, Москва, 1993, 176 стр.
- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-ресурсы

Издания:

1. "Comprehensive Organometallic Chemistry", I ed. 1982
2. "Comprehensive Organometallic Chemistry", II ed. 1987
3. "Comprehensive Organometallic Chemistry", III ed. 2007

- Описание материально-технической базы.
Кабинет дистанционного обучения химического факультета (№210). Помещение оснащено 22 персональными компьютерами для учащихся, управляющим компьютером для преподавателя, кодоскопом, проектором для показа слайдов, телевизионным экраном и интерактивной доской

11 Язык преподавания. Русский

12 Преподаватель (преподаватели).

Академик РАН, профессор, доктор химических наук Белецкая Ирина Петровна, beletska@org.chem.msu.ru

Профессор, доктор химических наук Леменовский Дмитрий Анатольевич, dali@org.chem.msu.ru

Профессор, доктор химических наук Карлов Сергей Сергеевич, ssk@mail.ru

Фонды оценочных средств

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.

2. Материалы к текущей (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к зачету)

Примеры вопросов и заданий

Раздел 1. Химия органических соединений непереходных металлов

Основные темы:

1. Локализованная σ -связь С-М и С-Э как основной элемент структурного строения органических соединений непереходных элементов. Связь С-М и С-Э как главнейший реакционный фрагмент молекулы. Степень ионности и ковалентности связей и влияние этого фактора на строение металло- и элементоорганических соединений.

2. Соединения непереходных металлов:

А. Соединения щелочных металлов (Li, Na, K).

Б. Соединения щелочноземельных металлов (Mg, Ca, Ba).

В. Органические соединения алюминия

3. Соединения непереходных металлов и элементов с низкой полярностью связей С-Э

А. Органические соединения бора.

Б. Органические соединения ртути (II).

В. Органические соединения таллия.

Г. Органические соединения кремния, германия и олова.

Д. Органические соединения фосфора.

3. Органические соединения непереходных металлов и элементов, содержащие функциональные заместители в органическом радикале в α - и β -положениях.

Раздел 2. Химия органических соединений переходных металлов.

Основные темы:

1. Введение в химию органических комплексов переходных металлов:

Принятые определения и язык области. Неопределенность представлений о природе органических лигандов, валентном состоянии металла и характере связи металл-лиганд. Классификация органических комплексов переходных металлов.

2. Основные классы органических комплексов переходных металлов:

А. Карбонильные комплексы переходных металлов. Закономерности строения: моно- и биядерные соединения. Методы синтеза и основные химические свойства.

Б. Олефиновые комплексы переходных металлов. Природа связи металл-олефин. Превращение олефинового лиганда в координационной сфере металла. π -Органические соединения переходных металлов как исходные соединения и как продукты превращения олефиновых комплексов. π -Аллильные комплексы переходных металлов.

В. Полиеновые сэндвичевые комплексы переходных металлов. Металлоцены как наиболее изученный класс сэндвичевых комплексов переходных металлов. Природа связи металл-кольцо в сэндвичевых комплексах: электронность связи, кратность связи, прочность связи. Электронное строение металлоценов, причина несоблюдения правила 18-ти электронов. Химические свойства металлоценов. Клиновидные сэндвичи, многопалубные сэндвичи, полусэндвичи, гетеролигандные сэндвичи.

Г. π -Комплексы переходных металлов, проявляющие свойства ароматических соединений. Ферроцен и его аналоги, цимантрен, циклобутадиежелезотрикарбонил: синтез, строение, свойства; механизм реакций замещения, участие атома металла.

Д. π -Органические соединения переходных металлов. Методы синтеза π -органических соединений: реакции переметаллирования; реакции окислительного присоединения галогеноводородов; структурные перегруппировки других металлоорганических соединений.

Е. Гидридные комплексы переходных металлов. Основные методы синтеза: из карбонилатов металлов, в результате π -гидридного сдвига, из молекулярного водорода и гидридов непереходных металлов и элементов, в результате протонирования комплексов металлов. Основные характеристики связи металл-водород. Комплексы металлов с молекулярным водородом: синтез, строение и свойства.

Раздел 3. Органические соединения переходных металлов со связями металл-металл и кластерные соединения.

Примеры заданий для текущего контроля

1. Напишите уравнение реакции взаимодействия ацетата ртути с этиленом, пропиленом и изомерными бутенами в водном растворе и в среде метанола. Как называются реакции данного типа?
2. Используя магнийорганические соединения синтезируйте следующие спирты: изопропиловый, изобутиловый, втор-бутилкарбинол, 3-метилбутанол-2. Напишите уравнения реакций.
3. Продукт реакции лития с бромбензолом в абс. эфире обработали бензофеноном и затем водой. Назовите продукты, напишите уравнения реакций.
4. Напишите уравнения реакций и назовите спирты, образующиеся при взаимодействии изопропиллития и диизопропилкетона, трет-бутиллития и ди-трет-бутилкетона.
5. Нарисуйте схему мостиковой связи в молекуле диборана. Какие электроны и орбитали участвуют в ее образовании? В чем отличие мостиковых водородных связей от обычных водородных связей?
6. Назовите характерную особенность низших алюминийтриалкилов. Какое строение имеет триметилалюминий?
7. Какие реакции лежат в основе получения полимерных кремнийорганических соединений? Приведите примеры.
8. Приведите примеры комплексов переходных металлов с 2-х, 3-х и 4-х электронными лигандами. Назовите их.
9. Какова природа химической связи в молекуле ферроцена?
10. Приведите химические реакции ферроцена, подтверждающие его ароматический характер.
11. Какие реакции наиболее характерны для карбониллов металлов? Приведите примеры.
12. Приведите примеры известных вам π -олефиновых комплексов переходных металлов.

13. Каково общее свойство лигандов, участвующих в образовании связей с переходным металлом?
14. Объясните устойчивость дициклопентадиенилжелеза, кобальтициний-катиона, дмбензолхрома.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам. В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность перечисленных в п.5 умений. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае, если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

Приложение 1

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Химия элементоорганических соединений»
на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУ- ЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВА- НИЯ
	1	2	3	4	5	
З1 (УК-1) ЗНАТЬ: методы критическо- го анализа и оценки современных науч- ных достижений, а также методы гене- рирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в меж- дисциплинарных областях	Отсутствие зна- ний	Фрагментар- ные знания ме- тодов критиче- ского анализа и оценки совре- менных науч- ных достиже- ний, а также методов гене- рирования но- вых идей при решении ис- следователь- ских и практи- ческих задач	Общие, но не структурирован- ные знания мето- дов критического анализа и оценки современных на- учных достиже- ний, а также ме- тодов генериро- вания новых идей при решении ис- следовательских и практических за- дач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ- ных методов кри- тического анализа и оценки совре- менных научных достижений, а также методов ге- нерирования но- вых идей при ре- шении исследова- тельских и прак- тических задач, в том числе меж- дисциплинарных	Сформирован- ные системати- ческие знания методов крити- ческого анализа и оценки совре- менных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении иссле- довательских и практических задач, в том чис- ле междисцип- линарных	Зачет в форме индивиду- ального собе- седования

<p>В2 (УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарные навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>	<p>Неполные навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>	<p>Сформированные устойчивые навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>	<p>Зачет в форме индивидуального собеседования</p>
<p>31(УК-2) ЗНАТЬ: методы научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>Отсутствие знаний о методах научно-исследовательской деятельности в области химии элементоорганических соединений.</p>	<p>Фрагментарные знания о методах научно-исследовательской деятельности в области химии элементоорганических соединений.</p>	<p>Неполные знания о методах научно-исследовательской деятельности в области химии элементоорганических соединений.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методах научно-исследовательской деятельности в области химии элементоорганических соединений</p>	<p>Сформированные систематические знания о методах научно-исследовательской деятельности в области химии элементоорганических соединений</p>	<p>Зачет в форме индивидуального собеседования</p>

У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.	Отсутствие умений	Частично освоенное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области химии элементоорганических соединений	В целом успешное, но не систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области химии элементоорганических соединений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области химии элементоорганических соединений	Успешное и систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области химии элементоорганических соединений	Письменное решение задач
31 (ПК-7) УМЕТЬ: проводить сложные синтезы органических и элементоорганических соединений по описанным в литературе методикам	Отсутствие навыков	Частично освоенные синтетические навыки в области органического синтеза	Частично освоенные синтетические навыки синтеза простых органических и элементоорганических соединений	Неполное владение синтетическими навыками получение сложных органических и элементоорганических молекул	Освоение навыков тонкого органического и элементоорганического синтеза	Зачет в форме индивидуального собеседования с принятием препаративно чистых соединений
32 (ПК-7) УМЕТЬ: планировать и осуществлять синтезы новых соединений с корректировкой процессов по ходу их осуществления	Отсутствие знаний для правильной корректировки хода синтеза	Освоение основных навыков корректирования синтеза простых органических и элементоорганических молекул	Усвоение методов правильного корректирования синтеза более сложных молекул	Усвоение методов правильного корректирования синтеза сложных молекул	Формулировка методов корректирования синтеза сложных соединений	Зачет в форме индивидуального собеседования с обоснованиями выводов из синтетических задач