

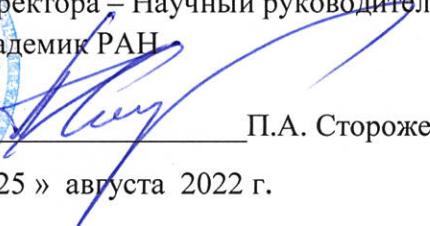


Государственный научный центр Российской Федерации
Акционерное общество
"Государственный Орден Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений"
ГНИХТЭОС

УТВЕРЖДАЮ



Первый заместитель генерального
директора – Научный руководитель
академик РАН

 П.А. Стороженко

« 25 » августа 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химия и технология металлоорганических соединений»**

Шифр и наименование группы научных специальностей

1.4. Химические науки

Шифр и наименование научной специальности

1.4.8. Химия элементоорганических соединений

Москва 2022 г.

Рабочая программа дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений» разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951; паспортом научной специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

1. Целью дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений» является создание аспирантам условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности в области элементоорганической химии, а также современных и перспективных направлений в смежных областях и подготовки к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений» являются:

1. Формирование систематических знаний в области химии и технологии металлоорганических соединений.
2. Овладение базовыми знаниями химии металлоорганических соединений, а также вопросами строения и их реакционной способности.
3. Изучение основных закономерностей химических процессов, взаимосвязи структура/свойства/реакционная способность металлоорганических соединений.

3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Химия и технология металлоорганических соединений» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

4. Форма обучения: с использованием различных образовательных технологий, в том числе дистанционные образовательные технологии, электронное обучение.

5. Требования к поступающему определяются Федеральным законодательством в области образования, в том числе, Порядком приема на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на соответствующий учебный год.

6. Планируемые результаты. Требования к результатам освоения дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений».

В ходе освоения дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования,
- способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору

методов и средств их решения;

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;

способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать: предметную область химии и технологии металлоорганических соединений в соответствии с паспортом научной специальности 1.4.8. «Химия элементоорганических соединений»; основные достижения и тенденции развития химии и технологии металлоорганических соединений, новые подходы к синтезу и выделению металлоорганических соединений; современные подходы к промышленному получению основных металлоорганических соединений.

Уметь: сформулировать задачи научного исследования в области получения и изучения свойств металлоорганических соединений, а также выбрать необходимые методы их решения.

Владеть: способностью предложить химическую и, в ряде случаев, технологическую схему получения металлоорганических соединений.

7. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 акад. часов).

7.1. Распределение объема дисциплины по разделам (темам), семестрам, видам учебной работы и формам контроля.

№ раздела	Объем (в акад.ч.)						Формы текущего контроля успеваемости Формы промежуточной аттестации	
	Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР		Контроль
		Всего	ЛК	ПР				
1	40	15	12	3		16	9	Устное собеседование
2	70	27	17	10		23	20	Устное собеседование; выполнение практиче- ского задания
3	70	27	17	10		23	20	Устное собеседование; выполнение практиче- ского задания
По матери- алам курса	180							Экзамен
Всего	180	112	62	50		39	29	

7.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение	Химия металлоорганических соединений - история развития, роль и место металлоорганических соединений в современной химии и технологии. Типы металлоорганических соединений. Классификация и номенклатура. Химическая связь в МОС.
2	Металлоорганические соединения непереходных металлов.	Металлоорганические соединения непереходных металлов. Металлоорганические соединения металлов I группы. Получение, строение, свойства, применение. Металлоорганические соединения металлов II группы. Получение, строение, свойства, применение. Металлоорганические соединения металлов III группы. Получение, строение, свойства, применение. Получение металлоорганических соединений в промышленности. Металлоорганические соединения металлов V группы. Получение, строение, свойства, применение.
3	Металлоорганические соединения переходных металлов.	Металлоорганические соединения переходных металлов. Классификация и номенклатура. Ареновые комплексы переходных металлов. Циклопентадиенильные комплексы переходных металлов. Карбонилы переходных металлов. π -Комплексы переходных металлов с олефинами. Органические соединения переходных металлов с металл-углеродными σ -связями.

8.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены.

8.4. Практические занятия (ПР)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (в часах)
1	1	Классификация и номенклатура металлоорганических соединений.	2
2	1	Типы химических связей в МОС (σ -, π -, μ -, δ -, трех- и многоцентровые связи). Влияние характера связи на свойства МОС на примере триметильных производных элементов III группы (B, Al, Ga, In, Tl). Донорно-акцепторные и дативные связи в МОС переходных металлов.	3

3	1	Типы химических связей в МОС. Донорно-акцепторные и дативные связи в МОС переходных металлов.	2
4	2	Металлоорганические соединения металлов I группы (Rb). Получение, строение, свойства, применение. Металлоорганические соединения металлов I группы (Cs). Получение, строение, свойства, применение.	2
5	2	Металлоорганические соединения металлов II группы (Be). Получение, строение, свойства, применение. Металлоорганические соединения металлов II группы (Cr, Ba). Получение, строение, свойства, применение.	2
6	2	Металлоорганические соединения металлов II группы (Cd). Получение, строение, свойства, применение. Металлоорганические соединения металлов III группы (Ga, In, Tl). Получение, строение, свойства, применение. Металлоорганические соединения металлов V группы (Sb, Bi). Получение, строение, свойства, применение.	3
7	3	Химия металлоорганических соединений переходных металлов. Первые представители данной группы соединений, основные вехи развития.	2
8	3	Металлоорганические соединения переходных металлов. Ареновые комплексы переходных металлов, строение.	2
9	3	Металлоорганические соединения переходных металлов. Циклопентадиенильные комплексы переходных металлов, строение. Металлоорганические соединения переходных металлов. Карбонилы переходных металлов, строение.	3
10	3	Металлоорганические соединения переходных металлов. π -Комплексы переходных металлов с олефинами, строение.	2
Всего			23

9. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

подготовка к лекциям и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п 14) источников, учебного и научного программного обеспечения, ресурсов Интернет; (в соответствии с расписанием занятий);

регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала по разделам курса;

оформление отчетов по выполненным практическим заданиям и теоретическая подготовка к их сдаче (в соответствии с расписанием занятий);

подготовку реферата по тематике курса, подготовку к сдаче экзамена по курсу;

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации – в соответствии с тематикой дисциплины.

10. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

11.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

11.1.1. Показатели и критерии оценивания, используемые шкалы оценивания

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
Умение	Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Знание	Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Владение	Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности	<i>Текущий контроль:</i> выполнение практического задания, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 2

11.1.2. Описание шкал оценивания степени сформированности элементов компетенций

Шкала 1. Оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности компетенции		
Цифр.	Оценка	Знать	Уметь	Владеть
1	Неудовлетворительно	Отсутствие знаний	Отсутствие умений	Отсутствие навыков
2	Неудовлетворительно	Фрагментарные	Частично освоены	Фрагментарное

		знания	ное умение	применение
3	Удовлетворительно	Общие, но не структурированные знания	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но не систематическое применение
4	Хорошо	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков
5	Отлично	Сформированные систематические знания	Сформированное умение	Успешное и систематическое применение навыков

Шкала 2. Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности компетенции
Цифр.	Оценка	
1	Неудовлетворительно	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
2	Удовлетворительно или неудовлетворительно (по усмотрению преподавателя)	Знать на уровне ориентирования , представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения
3	Удовлетворительно	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях
4	Хорошо	Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения
5	Отлично	Знать, уметь, владеть на системном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины

12. 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.

Типовые вопросы и задания для текущего контроля (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины.

Примеры вопросов по теме 1:

1. Классификация металлоорганических соединений.
2. Номенклатура металлоорганических соединений.

Пример практического задания по теме 1:

Задание 1. Объяснить закономерности формирования донорно-акцепторные и дативные связи в МОС переходных металлов.

Примеры вопросов по теме 2:

1. Металлоорганические соединения металлов I группы. Получение, строение, свойства, применение.
2. Металлоорганические соединения металлов II группы. Получение, строение, свойства, применение.
3. Металлоорганические соединения металлов III группы. Получение, строение, свойства, применение.
4. Металлоорганические соединения металлов V группы. Получение, строение, свойства, применение.

Пример практического задания по теме 2:

Задание 1. Перечислить способы получения алюминийорганических соединений в промышленности. Спроектировать принципиальную технологическую схему одного из процессов.

Примеры вопросов по теме 3:

1. Ареновые комплексы переходных металлов.
2. Циклопентадиенильные комплексы переходных металлов.
3. Карбонилы переходных металлов.
4. π -Комплексы переходных металлов с олефинами.
5. Органические соединения переходных металлов с металл-углеродными σ -связями.

Пример практического задания по теме 3:

Задание 1. На примере ферроцена показать и объяснить закономерности образования химических связей в циклопентадиенильных комплексах переходных металлов.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках промежуточной аттестации по дисциплине) **по дисциплине «Химия и технология металлоорганических соединений»:**

1. История развития, роль и место металлоорганических соединений в современной химии и технологии.
2. Основные типы металлоорганических соединений.
3. Типы химических связей в металлоорганических соединениях.
4. Применение металлоорганических соединений в синтезе органических и элементоорганических соединений.
5. Металлоорганические соединения металлов I группы. Получение, строение, свойства, применение.
6. Литийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
7. Натрийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
8. Калийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
9. Рубидий- и цезийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.

- ние.
10. Металлоорганические соединения элементов II группы. Получение, строение, свойства, применение.
 11. Бериллийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 12. Магнийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 13. Кальцийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 14. Цинкорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 15. Ртутьорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 16. Стронций- и барийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 17. Кадмийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 18. Металлоорганические соединения элементов III группы. Получение, строение, свойства, применение.
 19. Алюминийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 20. Галлий-, индий- и талийорганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 21. Получение металлоорганических соединений в промышленности.
 22. Сурьмяно- и висмуторганические соединения. Получение, строение, свойства, применение.
 23. Ареновые комплексы переходных металлов. Получение, строение, свойства, применение.
 24. Циклопентадиенильные комплексы переходных металлов. Получение, строение, свойства, применение.
 25. Карбонилы переходных металлов. Получение, строение, свойства, применение.
 26. π -Комплексы переходных металлов. Получение, строение, свойства, применение.
 27. Органические соединения переходных металлов с металл-углеродными σ -связями. Получение, строение, свойства, применение.

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

Процедуры и средства оценивания элементов компетенций
по дисциплине «Химия элементоорганических соединений»

Процедура проведения	Средство оценивания				
	Текущий контроль				Промежуточный контроль
	Выполнение устных заданий	Выполнение письменных заданий	Выполнение практических заданий	Выполнение тестовых заданий	Экзамен
Продолжительность контроля	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	В соответствии с принятыми нормами времени
Форма проведения контроля	Устный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	В письменной форме

Вид прове- рочного зада- ния	Устные во- просы	Письменные задания	Практические задания	Письменный опрос	Экзамена- ционный билет
Форма отчета	Устные отве- ты	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме
Раздаточный материал	Нет	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература

14. Ресурсное обеспечение дисциплины

14.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Металлоорганическая химия: пер. с нем. Эльшенбройх К. Москва, БИНOM. Лаборатория знаний, 2011, Страниц 746.
2. Методы элементоорганической химии. Под редакцией А.Н. Несмеянова и К.А. Кочешкова, «Наука», Москва, 1973.
3. М. Грин. Металлоорганические соединения переходных металлов. «Мир», Москва, 1972.
4. С.П. Губин, С.П. Шульпин. Химия комплексов со связями металл-углерод. «Наука», Новосибирск, 1984.

б) дополнительная литература

1. И.П. Белецкая, О.А. Реутов, В.И. Соколов. Механизмы реакций металлоорганических соединений. Химия, Москва, 1972.
2. Г.Б. Шульпин. Органические реакции, катализируемые комплексами металлов. «Наука», Москва. 1988.
3. Дж. Колмен, Л. Хегедас, Дж. Нортон, Р. Финке. Мир, Металлоорганическая химия переходных металлов, 1989.

14.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины

1. www.sciencedirect.com – ведущая информационная платформа издательства Elsevier для ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов.
2. www.pubs.acs.org

14.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций в PowerPoint;
- комплект контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины

14.4. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- Программные средства Microsoft Office;
- Технологии моделирования на базе программы Acdlabs

15. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

АО «ГНИИХТЭОС» располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы. Аудитории для проведения лекций, оснащены оборудованием для демонстрации слайдов компьютерных презентаций. Компьютеры АО «ГНИИХТЭОС» объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и с возможностью доступа к научным базам данных и электронным библиотекам. Имеется научно-техническая библиотека.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951с учетом научной специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1**Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Химия и технология металлоорганических соединений»**

Дисциплина «Химия и технология металлоорганических соединений» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 1.4.8 Химия элементоорганических соединений.

1. Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Химия и технология металлоорганических соединений» имеет своей целью формировать у обучающихся общепрофессиональные и профессиональные компетенции с учетом научной специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений, углубленно изучить аспирантом теорию, определять методологические подходы научного исследования по выбранной специальности в соответствии с требованиями федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951..

2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений» являются:

1. Формирование систематических знаний в области химии и технологии металлоорганических соединений.
2. Овладение базовыми знаниями химии металлоорганических соединений, а также вопросами строения и их реакционной способности.
3. Изучение основных закономерностей химических процессов, взаимосвязи структура/свойства/реакционная способность металлоорганических соединений.

3. Планируемые результаты. Требования к результатам освоения дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений».

В ходе освоения дисциплины «Химия и технология металлоорганических соединений» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования,
- способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору методов и средств их решения;
- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;
- способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;
- способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать: предметную область химии и технологии металлоорганических соединений в соответствии с паспортом научной специальности 1.4.8. «Химия элементоорганических соединений»; основные достижения и тенденции развития химии и технологии металлоорганических соединений, новые подходы к синтезу и выделению металлоорганических соединений; современные подходы к промышленному получению основных металлоорганических соединений.

Уметь: сформулировать задачи научного исследования в области получения и изучения свойств металлоорганических соединений, а также выбрать необходимые методы их решения.

Владеть: способностью предложить химическую и, в ряде случаев, технологическую схему получения металлоорганических соединений.

4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 акад. часов). Вид отчетности: экзамен.