

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Оборина Елизавета
Николаевна
Дата подписания: 20.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 22.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Технология элементоорганических соединений» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-7 Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности в области нефтепереработки и нефтехимии	ПКС-7.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-7.5	Обладает знанием основных и специфических уникальных свойств элементоорганических соединений, путей получения органических соединений неметаллов, непереходных и переходных металлов, а также материалов на их основе и применяет их для выбора оптимального метода синтеза элементоорганических соединений, а также может обоснованно перечислить области возможного практического использования обсуждаемого класса элементоорганических соединений	Знать основные и специфические уникальные свойства элементоорганических соединений; - технологию получения промышленно доступных элементоорганических соединений, а также материалов на их основе и области их применения Уметь выбрать наиболее оптимальный метод синтеза элементоорганических соединений; - объяснить реакционную способность элементоорганических соединений, исходя из электронного строения атома халькогена; - обоснованно перечислить области практического использования обсуждаемого класса элементоорганических соединений Владеть информацией об основных научных достижениях в области элементоорганических соединений; - информацией о перспективах синтеза и применения новых элементоорганических соединений

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технология элементоорганических соединений» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Органическая химия», «Основы общей и неорганической химии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Химия и технология органических веществ»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	44	44
лекции	22	22
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	22	22
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	64
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение	1	2			1, 3, 4, 5	10	2	44	Устный опрос
2	Химия и технология кремнийорганиче ских мономеров	2	6			2	4			Контрольн ая работа
3	Химия и технология кремнийорганиче ских полимеров	3	10							Контрольн ая работа
4	Химия и технология других элементоорганиче ских соединений	4	4			6, 7	8	1	20	Контрольн ая работа
5	-	5								Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		22				22		100	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
---	------	--------------------

1	Введение	Введение в технологию элементоорганических соединений
2	Химия и технология кремнийорганических мономеров	Номенклатура кремнийорганических соединений. Эфиры ортокремневой кислоты. Синтез и применение четыреххлористого кремния и трихлорсилана. Металлоорганический синтез кремнийорганических мономеров. Прямой синтез кремнийорганических мономеров. Химия и технология карбофункциональных кремнийорганических мономеров.
3	Химия и технология кремнийорганических полимеров	Технология разветвленных олигоорганосилоксанов. Использование карбофункциональных кремнийорганических мономеров. Олигоорганосилоксаны с реакционноспособными группами (ГКЖ). Олигоорганосилазаны. Органосилоксановые эластомеры, химия и технология. Кремнийорганические смолы
4	Химия и технология других элементоорганических соединений	Свинец и оловоорганические соединения. Химия, технология и токсикология. Фосфорорганические соединения и материалы на их основе. Фосфорорганические пластификаторы, антиоксиданты
5	-	NULL

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Химия и технология кремнийорганических соединений	2
2	Технология получения кремнийорганических соединений методом прямого синтеза	4
3	Получение линейных органосилоксанов	4
4	Технология разветвленных олигоорганосилоксанов	2
5	Кремнийорганические смолы	2
6	Алюминийорганические соединения Свинец и оловоорганические соединения	4
7	Фосфорорганические соединения Технология получения борорганических соединений	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	20
2	Проработка разделов теоретического материала	44

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Доклады, презентации

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Оборина Е.Н. Сборник по выполнению практических работ по элементоорганической химии: учебное пособие / Е.Н. Оборина, 2018, 40 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Оборина Е.Н. Учебное пособие по выполнению самостоятельных работ по элементоорганической химии: учебное пособие / Е.Н. Оборина, 2018, 80 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Просмотр презентации

Критерии оценивания.

Ответы на вопросы

6.1.2 семестр 8 | Отчет

Описание процедуры.

1. Классификация элементоорганических соединений (ЭОС).
2. Основные этапы развития химии ЭОС. Ее влияние на теорию химического строения молекулярных систем.
3. Основные положения квантовой химии. Уравнение Шредингера для атомно-молекулярной системы как основа для теоретического исследования ее структуры и электронного строения.
4. Электронное строение атомов и их ионов. Атомные орбитали и их классификация.
5. Метод молекулярных орбиталей (МО) как основа современной квантовой химии. Основные принципы построения неэмпирических и полуэмпирических квантово-химических методов.
6. Использование методов квантовой химии для расчетов наблюдаемых свойств молекул. Анализ электронного строения молекул в терминах эффективных зарядов на атомах и заселенностей (порядков) связей.
7. Концепция ароматичности в химии ЭОС. Примеры металлоорганических ароматических систем.

8. Природа химических связей в ЭОС. Гибридные орбитали и принципы их использования в качественной теории химического строения. Классификация типов химических связей в ЭОС.
9. Молекулярные орбитали в олефиновых, аллильных, циклопентадиенильных и ареновых комплексах. Химические связи в электронодефицитных молекулах (на примерах простейших и полиэдрических гидридов бора и карборанов).
10. Качественные способы оценки стабильности ЭОС. Правило эффективного атомного номера. Принцип изолобальной аналогии и его приложения.
11. Теоретические основы стереохимии ЭОС. Понятие о конформациях и конфигурациях.
12. Классификация основных типов реакций с участием ЭОС. Реакции по связи металл-лиганд.
13. Превращения лигандов в координационной сфере металлов и молекулярная динамика ЭОС.
14. Окислительно-восстановительные превращения металлорганических соединений.
15. Различия в строении и свойствах ЭОС в газовой, жидкой и твердой фазах. Роль полярности среды и специфической сольватации. Ионы и ионные пары, их реакционная способность.
16. Равновесная СН-кислотность, шкалы СН-кислотности, влияние строения СН-кислот на равновесную СН-кислотность, кинетическая кислотность СН-кислот.
17. Особенности синтеза и технологии получения базовых кремнийорганических мономеров.
18. Механизм реакции кремнийорганических мономеров.
19. Кремнийорганические мономеры, их синтез с использованием магнийорганических соединений.
20. Практическое применение кремнийорганических соединений и органосиликатных материалов в различных областях народного хозяйства.
21. Химия и технология мономеров для синтетических каучуков.
22. Литийорганические соединения, их свойства, строение, методы получения и применение в органическом синтезе.
23. Органические соединения натрия и калия. Реакции металлизации. Ароматические анион-радикалы: образование, строение, свойства.
24. Магнийорганические соединения: получение, строение, свойства. Роль растворителя в синтезе магнийорганических соединений.
25. Цинк- и кадмийорганические соединения: получение, строение, свойства. Реакция Реформатского.
26. Органические соединения ртути: получение, строение, свойства. Меркурирование ароматических соединений. Реакция Несмеянова.
27. Борорганические соединения. Основные типы соединений, синтез, свойства, реакции.
28. Карбораны, металлокарбораны, получение, свойства.
29. Алюминийорганические соединения. Основные типы соединений, синтез, свойства, реакции. Катализаторы Циглера-Натта.
30. Галлий-, индий- и таллийорганические соединения: получение, строение, свойства.
31. Кремнийорганические соединения: получение, строение, свойства.
32. Гидросилилирование ненасыщенных производных. Полиорганосилоксаны. Силиловые эфиры.
33. Германий-, олово- и свинецорганические соединения. Основные типы соединений, получение, строение, свойства и реакции.
34. Особенности синтеза и технологии получения базовых кремнийорганических полимеров.
35. Механизм реакции кремнийорганических полимеров.
36. Поликонденсация кремнийорганических мономеров

37. Практическое применение кремнийорганических соединений и органосиликатных материалов в различных областях народного хозяйства.
38. Химия и технология стеклопластов, стекловолоконитов и стеклотекстолитов.
39. Технология получения кремнийорганических смол.

Критерии оценивания.

Отлично

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.

Хорошо

Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения. Удовлетворительно

Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий. Неудовлетворительно

Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

6.1.3 семестр 8 | Контрольная работа

Описание процедуры.

1. Классификация элементоорганических соединений (ЭОС).
2. Основные этапы развития химии ЭОС. Ее влияние на теорию химического строения молекулярных систем.
3. Основные положения квантовой химии. Уравнение Шредингера для атомно-молекулярной системы как основа для теоретического исследования ее структуры и электронного строения.
4. Электронное строение атомов и их ионов. Атомные орбитали и их классификация.
5. Метод молекулярных орбиталей (МО) как основа современной квантовой химии. Основные принципы построения неэмпирических и полуэмпирических квантово-химических методов.
6. Использование методов квантовой химии для расчетов наблюдаемых свойств молекул. Анализ электронного строения молекул в терминах эффективных зарядов на атомах и заселенностей (порядков) связей.
7. Концепция ароматичности в химии ЭОС. Примеры металлоорганических ароматических систем.
8. Природа химических связей в ЭОС. Гибридные орбитали и принципы их использования в качественной теории химического строения. Классификация типов химических связей в ЭОС.
9. Молекулярные орбитали в олефиновых, аллильных, циклопентадиенильных и ареновых комплексах. Химические связи в электронодефицитных молекулах (на примерах простейших и полиэдрических гидридов бора и карборанов).
10. Качественные способы оценки стабильности ЭОС. Правило эффективного атомного

номера. Принцип изолобальной аналогии и его приложения.

11. Теоретические основы стереохимии ЭОС. Понятие о конформациях и конфигурациях.
12. Классификация основных типов реакций с участием ЭОС. Реакции по связи металл-лиганд.
13. Превращения лигандов в координационной сфере металлов и молекулярная динамика ЭОС.
14. Окислительно-восстановительные превращения металлорганических соединений.
15. Различия в строении и свойствах ЭОС в газовой, жидкой и твердой фазах. Роль полярности среды и специфической сольватации. Ионы и ионные пары, их реакционная способность.
16. Равновесная СН-кислотность, шкалы СН-кислотности, влияние строения СН-кислот на равновесную СН-кислотность, кинетическая кислотность СН-кислот.
17. Особенности синтеза и технологии получения базовых кремнийорганических мономеров.
18. Механизм реакции кремнийорганических мономеров.
19. Кремнийорганические мономеры, их синтез с использованием магнийорганических соединений.
20. Практическое применение кремнийорганических соединений и органосиликатных материалов в различных областях народного хозяйства.
21. Химия и технология мономеров для синтетических каучуков.
22. Литийорганические соединения, их свойства, строение, методы получения и применение в органическом синтезе.
23. Органические соединения натрия и калия. Реакции металлирования. Ароматические анион-радикалы: образование, строение, свойства.
24. Магнийорганические соединения: получение, строение, свойства. Роль растворителя в синтезе магнийорганических соединений.
25. Цинк- и кадмийорганические соединения: получение, строение, свойства. Реакция Реформатского.
26. Органические соединения ртути: получение, строение, свойства. Меркурирование ароматических соединений. Реакция Несмеянова.
27. Борорганические соединения. Основные типы соединений, синтез, свойства, реакции.
28. Карбораны, металлокарбораны, получение, свойства.
29. Алюминийорганические соединения. Основные типы соединений, синтез, свойства, реакции. Катализаторы Циглера-Натта.
30. Галлий-, индий- и таллийорганические соединения: получение, строение, свойства.
31. Кремнийорганические соединения: получение, строение, свойства.
32. Гидросилилирование ненасыщенных производных. Полиорганосилоксаны. Силиловые эфиры.
33. Германий-, олово- и свинецорганические соединения. Основные типы соединений, получение, строение, свойства и реакции.
34. Особенности синтеза и технологии получения базовых кремнийорганических полимеров.
35. Механизм реакции кремнийорганических полимеров.
36. Поликонденсация кремнийорганических мономеров
37. Практическое применение кремнийорганических соединений и органосиликатных материалов в различных областях народного хозяйства.
38. Химия и технология стеклопластов, стекловолоконитов и стеклотекстолитов.
39. Технология получения кремнийорганических смол.

Критерии оценивания.

Отлично

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.

Хорошо

Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения. Удовлетворительно

Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий. Неудовлетворительно

Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-7.5	Отлично Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач. Хорошо Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.	Тестовые задания

	Удовлетворительно Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий. Неудовлетворительно Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в устной форме. Обучающимся предъявляются на выбор экзаменационные билеты, включающие 3 задания.

На подготовку ответа на экзаменационный билет выделяется 40 минут, в течение которых обучающийся готовится к ответу, делает краткие записи, расчеты, строит графики, схемы, подтверждающие основные положения выполненного задания. Обучающимся рекомендуется сделать краткие записи ответов. Письменные ответы делаются в произвольной форме. Записи, сделанные при подготовке к ответу, позволят обучающемуся составить план ответа на вопросы и, следовательно, полно, логично раскрыть их содержание, а также помогут ему справиться с естественным волнением, чувствовать себя увереннее.

В своем ответе на экзаменационный билет обучающийся должен четко изложить содержание каждого вопроса, подкрепляя при необходимости ответ цифровыми данными, формулами, расчетами, графиками, схемами и другими материалами. По окончании ответа на билет преподаватель может задать обучающемуся дополнительные вопросы, на которые должны быть даны исчерпывающие ответы.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается преподавателем отдельно.

Ответы оцениваются по четырехбалльной системе. Итоговая оценка формируется из ответов обучающегося на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы.

В итоговой оценке должна учитываться общая совокупность усвоенных обучающимся знаний и их качество, а не среднеарифметический результат из оценок по двум заданиям. Итоговая оценка выставляется после завершения экзамена.

Пример задания:

1. Какие главные свойства кремнийорганических полимеров определяют их широкое применение.

2. Напишите соединения с двухэлектронной трехцентровой связью на примере производных бора или алюминия.
3. Назовите основные области применения фосфорорганических соединений.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

7 Основная учебная литература

1. Дьячкова Химия элементоорганических соединений : учебное пособие. Ч.1 : Металлорганические соединения, 2004. - 86.
2. Дьячкова С. Г. Химия элементоорганических соединений : учебное пособие / С. Г. Дьячкова, 2016. - 131.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Дьячкова Химия элементоорганических соединений : учебное пособие. Ч.1 : Металлорганические соединения, 2004. - 86.
2. Методы элементоорганической химии / Ин-т элементоорганических соединений; под общ. ред. А. Н. Несмеянова, К. А. Кочешкова. Кремний / К. А. Андрианов, 1968. - 699.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Весы ARA-520
2. 317495 Весы лабораторные электронные AR-3130 1119133186
3. Мешалка верхнепривадная MM-1000 (с МА-1,штативом и креплением)
4. Мешалка магнитная б/нагрева
5. Мешалка магнитная б/нагрева
6. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
7. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
8. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
9. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
10. Экран на штативе 180=180 к оверхед-проектору
11. Проектор Acer P1383W (3D,DLP.1280*800.)