

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Химия элементоорганических соединений

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.03.01 Химия элементоорганических соединений относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	<p>ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p> <p>ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p> <p>ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>ПК-1-н-1:</p> <p>Знать о главных задачах и объектах исследования элементоорганической химии и ее месте среди других химических наук; об особенностях химических связей и строении элементоорганических соединений.</p> <p>Уметь классифицировать элементоорганические соединения; составлять названия элементоорганических соединений; составлять структурные формулы элементоорганических соединений по их названиям; анализировать зависимость свойств элементоорганических соединений от положения элемента в Периодической системе.</p> <p>Владеть навыками составления названий элементоорганических соединений; составления структурных формул элементоорганических соединений, схем и механизмов реакций.</p> <p>ПК-1-н-2:</p> <p>Знать о главных задачах и</p>	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>объектах исследования элементоорганической химии и ее месте среди других химических наук; об особенностях химических связей и строении элементоорганических соединений. Уметь классифицировать элементоорганические соединения; составлять названия элементоорганических соединений; составлять структурные формулы элементоорганических соединений по их названиям; анализировать зависимость свойств элементоорганических соединений от положения элемента в Периодической системе. Владеть навыками составления названий элементоорганических соединений; составления структурных формул элементоорганических соединений, схем и механизмов реакций.</p> <p>ПК-1-н-1: Знать о главных задачах и объектах исследования элементоорганической химии и ее месте среди других химических наук; об особенностях химических связей и строении элементоорганических соединений. Уметь классифицировать элементоорганические соединения; составлять названия элементоорганических соединений; составлять структурные формулы элементоорганических соединений по их названиям; анализировать зависимость свойств элементоорганических</p>		
--	--	---	--	--

		<p>соединений от положения элемента в Периодической системе.</p> <p>Владеть навыками составления названий элементоорганических соединений; составления структурных формул элементоорганических соединений, схем и механизмов реакций.</p> <p>ПК-1-н-2:</p> <p>Знать о главных задачах и объектах исследования элементоорганической химии и ее месте среди других химических наук; об особенностях химических связей и строении элементоорганических соединений.</p> <p>Уметь классифицировать элементоорганические соединения; составлять названия элементоорганических соединений; составлять структурные формулы элементоорганических соединений по их названиям; анализировать зависимость свойств элементоорганических соединений от положения элемента в Периодической системе.</p> <p>Владеть навыками составления названий элементоорганических соединений; составления структурных формул элементоорганических соединений, схем и механизмов реакций.</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты</p>	<p>ПК-2-н-1:</p> <p>Знать о сходстве и различии элементоорганических соединений с органическими и неорганическими аналогами; о свойствах основных классов элементоорганических</p>	<p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

	<p>поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</p> <p>ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</p>	<p>соединений, механизмах реакций; о принципах и приемах элементоорганического и органического синтеза.</p> <p>Уметь прогнозировать физические, и химические свойства элементоорганических соединений; описывать механизмы основных типов химических превращений с участием элементоорганических соединений; планировать синтез функциональных производных основных классов элементоорганических и органических соединений.</p> <p>Владеть навыками прогнозирования физических и химических свойств элементоорганических соединений; планирования синтеза элементоорганических и органических соединений соединений.</p> <p>ПК-2-н-2:</p> <p>Знать о сходстве и различии элементоорганических соединений с органическими и неорганическими аналогами; о свойствах основных классов элементоорганических соединений, механизмах реакций; о принципах и приемах элементоорганического и органического синтеза.</p> <p>Уметь прогнозировать физические, и химические свойства элементоорганических соединений; описывать механизмы основных типов химических превращений с участием элементоорганических соединений; планировать синтез функциональных производных основных классов элементоорганических и</p>		
--	---	---	--	--

		<p>органических соединений. Владеть навыками прогнозирования физических и химических свойств элементоорганических соединений; планирования синтеза элементоорганических и органических соединений соединений.</p> <p>ПК-2-н-1: Знать о сходстве и различии элементоорганических соединений с органическими и неорганическими аналогами; о свойствах основных классов элементоорганических соединений, механизмах реакций; о принципах и приемах элементоорганического и органического синтеза. Уметь прогнозировать физические, и химические свойства элементоорганических соединений; описывать механизмы основных типов химических превращений с участием элементоорганических соединений; планировать синтез функциональных производных основных классов элементоорганических и органических соединений. Владеть навыками прогнозирования физических и химических свойств элементоорганических соединений; планирования синтеза элементоорганических и органических соединений соединений.</p> <p>ПК-2-н-2: Знать о сходстве и различии элементоорганических соединений с органическими и неорганическими аналогами; о свойствах основных классов</p>		
--	--	--	--	--

		<p>элементоорганических соединений, механизмах реакций; о принципах и приемах элементоорганического и органического синтеза. Уметь прогнозировать физические, и химические свойства элементоорганических соединений; описывать механизмы основных типов химических превращений с участием элементоорганических соединений; планировать синтез функциональных производных основных классов элементоорганических и органических соединений. Владеть навыками прогнозирования физических и химических свойств элементоорганических соединений; планирования синтеза элементоорганических и органических соединений соединений.</p>		
<p>ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-3-н-1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов ПК-3-н-1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>ПК-3-н-1: Знать методики моделирования в современных синтезах с использованием концепции «структура-свойства». Уметь реализовывать современный подход к синтезу новых элементоорганических и органических соединений. Владеть современными приемами тонкого органического синтеза с использованием элементоорганических соединений. ПК-3-н-2: Знать методики моделирования в современных синтезах с использованием концепции «структура-</p>	<p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>свойства».</p> <p>Уметь реализовывать современный подход к синтезу новых элементоорганических и органических соединений.</p> <p>Владеть современными приемами тонкого органического синтеза с использованием элементоорганических соединений.</p> <p>ПК-3-н-1:</p> <p>Знать методики моделирования в современных синтезах с использованием концепции «структура-свойства».</p> <p>Уметь реализовывать современный подход к синтезу новых элементоорганических и органических соединений.</p> <p>Владеть современными приемами тонкого органического синтеза с использованием элементоорганических соединений.</p> <p>ПК-3-н-2:</p> <p>Знать методики моделирования в современных синтезах с использованием концепции «структура-свойства».</p> <p>Уметь реализовывать современный подход к синтезу новых элементоорганических и органических соединений.</p> <p>Владеть современными приемами тонкого органического синтеза с использованием элементоорганических соединений.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36
- КСР	2
самостоятельная работа	70
Промежуточная аттестация	72 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Введение. Основные понятия элементоорганической химии	24	4	4	8	16
Раздел 2. Элементоорганические соединения непереходных элементов	48	14	14	28	20
Раздел 3. Металлоорганические соединения переходных металлов	48	14	14	28	20
Раздел 4. Элементоорганические соединения в каталитических процессах	22	4	4	8	14
Аттестация	72				
КСР	2				2
Итого	216	36	36	74	70

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные понятия элементоорганической химии.

Ключевые открытия элементоорганической химии. Классификация элементоорганических соединений. Энергия, полярность и реакционная способность связи элемент-углерод. Явление комплексобразования в химии элементоорганических соединений: комплексы ониевого и обратно-ониевого типов.

Раздел 2. Элементоорганические соединения непереходных элементов.

Основные методы синтеза соединений непереходных элементов.

Элементоорганические соединений 1 группы. Литийорганические соединения. Строение и характер связи литийорганических соединений. Степень ассоциации литийорганических соединений в зависимости от природы растворителя. Синтез и химические свойства литийорганических соединений.

Элементоорганические соединения 2 и 12 групп. Магнийорганические соединения. Строение магнийорганических соединений, равновесие Шленка. Синтез и химические свойства магнийорганических соединений. Функционализированные магнийорганические соединения. Цинкорганические соединения. Строение, синтез и химические свойства цинкорганических соединений. Ртутьорганические соединения. Строение, синтез и химические свойства ртутьорганических соединений.

Элементоорганические соединений 13 группы. Борорганические соединения. Строение, синтез и химические свойства борорганических соединений. Борсодержащие гетероциклы.

Алюминийорганические соединения. Строение, синтез и химические свойства алюминийорганических соединений. Промышленное применение алюминийорганических соединений.

Элементоорганические соединений 14 группы. Кремнийорганические соединения. Строение, синтез и химические свойства кремнийорганических соединений. Соединения с кратными связями кремний-углерод. Оловоорганические соединения. Строение, синтез и химические свойства оловоорганических соединений.

Элементоорганические соединений 15 группы. Мышьяк-, сурьма- и висмуторганические соединения со степенью окисления III и V. Строение, синтез и химические свойства мышьяк-, сурьма- и висмуторганических соединений.

Раздел 3. Металлоорганические соединения переходных металлов.

Классификация комплексов переходных металлов в зависимости от типа лиганда. Правило 18 электронов. Геометрия комплексов переходных металлов. Типы связи металл-лиганд в комплексах переходных металлов.

Алкильные, арильные и алкенильные комплексы переходных металлов. Прочность связи металл-углерод в алкильных, арильных и алкенильных комплексах (термодинамическая и кинетическая стабильность).

Синтез и химические свойства алкильных, арильных и алкенильных комплексов.

Карбонильные комплексы переходных металлов. Классификация и тип связи карбонильных комплексов. Синтез и химические свойства карбонильных комплексов.

Карбеновые комплексы переходных металлов. Классификация и тип связи карбеновых комплексов. Синтез и химические свойства карбеновых комплексов.

Олефиновые комплексы переходных металлов. Классификация, тип связи, стабильность олефиновых комплексов. Синтез и химические свойства олефиновых комплексов.

Бутадиеновые комплексы переходных металлов. Строение, синтез и химические свойства бутадиеновых комплексов.

Циклобутадиеновые комплексы переходных металлов. Строение, синтез и химические свойства циклобутадиеновых комплексов.

Циклопентадиенильные комплексы переходных металлов. Типы циклопентадиенильных комплексов (гаптность лиганда). Классификация η^5 циклопентадиенильных комплексов. Строение, синтез и химические свойства η^5 -циклопентадиенильных комплексов.

Ареновые комплексы переходных металлов. Строение, синтез и химические свойства ареновых комплексов.

Раздел 4. Элементоорганические соединения в каталитических процессах.

Гидрирование алкенов. Механизм реакции гидрирования алкенов. Примеры катализаторов гидрирования. Асимметрическое гидрирование алкенов.

Окисление алкенов. Вакер-процесс (механизм реакции). Окисление алкенов в присутствии спиртов и карбоновых кислот в условиях Вакера-процесса.

Каталитическое карбонилирование. Карбонилирование метанола (механизм реакции).

Гидроформилирование алкенов (механизм реакции). Гидрокарбоксилирование и гидроэтерификация алкенов.

Метатезис алкенов. Классификация реакций метатезиса. Типы катализаторов. Механизм реакции метатезиса.

Реакции кросс-сочетания. Классификация реакций кросс-сочетания. Механизмы реакций кросс-сочетания.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: -

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Что представляют собой комплексы обратного типа?
2. Каковы причины нестабильности σ -связи углерод – неперегородный элемент?
3. Какими особенностями обладает алкен, координированный на переходном металле по сравнению со свободным?
4. Для каких соединений реакция электрофильного замещения проходит легче, для металлоценов или для аренкарбонильных комплексов переходных металлов?
5. Атаке нуклеофила или электрофила подвергается карбеновый углерод в карбеновом комплексе Фишера?
6. Какими способами можно повысить стабильность алкильных комплексов переходных металлов?
7. Какова роль соли меди в реакции Соногаширы?

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Какие элементы образуют электронодефицитные структуры?
2. В чем состоит явление двосвязанности в элементоорганических соединениях неперегородных элементов?
3. Каковы ограничения реакции металлизации при взаимодействии элементоорганического соединения с С-Н-кислотой?
4. Какие Вы знаете промышленные процессы, где применяются металлоорганические соединения алюминия?
5. Как осуществить синтез производных циклопропана посредством металлоорганических соединений ртути и цинка?
6. Каковы механизмы замещения атома галогена в элементоорганических соединениях кремния и олова, содержащих связь элемент-галоген?
7. Каково применение реакции гидроборирования?
8. Как могут быть получены функционализированные реактивы Гриньяра?

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Какой продукт образуется при карбонилировании метанола в присутствии комплекса родия?
2. Какие типы реакций метатезиса приводят к образованию полимеров?
3. Как изменяется степень окисления металла при протекании реакций окислительного присоединения и восстановительного элиминирования?
4. По какому механизму протекает реакция Хека?
5. В чем преимущества и недостатки гомогенного и гетерогенного катализа?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие

Оценка	Критерии оценивания
	знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Типы связи элементоорганических соединений непереходных элементов. Стабильность связи элементоорганических соединений непереходных элементов.
2. Образование комплексов элементоорганическими соединениями.
3. Методы получения элементоорганических соединений непереходных элементов.
4. Строение и характер связи литийорганических соединений. Степень ассоциации литийорганических соединений в зависимости от природы растворителя. Синтез литийорганических соединений.
5. Химические свойства литийорганических соединений.
6. Строение магнийорганических соединений. Равновесие Шленка. Синтез магнийорганических соединений.
7. Функционализированные магнийорганические соединения (синтез и применение).
8. Химические свойства магнийорганических соединений.
9. Строение и синтез цинкорганических соединений.
10. Химические свойства цинкорганических соединений.
11. Сравнение реакционной способности литий- и магнийорганических соединений.
12. Строение и синтез ртутьорганических соединений.
13. Строение и синтез борорганических соединений. Борсодержащие гетероциклы.
14. Химические свойства борорганических соединений.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Строение и синтез алюминийорганических соединений.
2. Химические свойства алюминийорганических соединений.
3. Строение и синтез кремнийорганических соединений.
4. Химические свойства кремнийорганических соединений.
5. Строение и синтез оловоорганических соединений.
6. Химические свойства оловоорганических соединений.
7. Строение и синтез сурьма- и висмуторганических соединений.
8. Химические свойства сурьма- и висмуторганических соединений.
9. Классификация комплексов переходных металлов в зависимости от типа лиганда. Правило 18 электронов. Геометрия комплексов переходных металлов.
10. Классификация карбонильных комплексов переходных металлов. Тип связи в карбонильных комплексах.
11. Синтез карбонильных комплексов переходных металлов. Гидроформилирование алкенов (механизм реакции).
12. Химические свойства карбонильных комплексов переходных металлов.
13. Синтез алкильных, арильных, алкенильных, алкинильных и гидридных комплексов переходных металлов.
14. Синтез карбеновых комплексов переходных металлов.
15. Химические свойства карбеновых комплексов переходных металлов.
16. Классификация карбеновых комплексов переходных металлов. Типы связи карбеновых комплексов переходных металлов.
17. Химические свойства олефиновых комплексов переходных металлов.
18. Тип связи и синтез η^3 -аллильных комплексов переходных металлов.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Химические свойства η^3 -аллильных комплексов переходных металлов.
2. Строение и синтез бутадиеновых комплексов переходных металлов.
3. Химические свойства бутадиеновых комплексов переходных металлов.
4. Строение и синтез циклобутадиеновых комплексов переходных металлов.
5. Химические свойства циклобутадиеновых комплексов переходных металлов.
6. Химические свойства η^5 -циклопентадиенильных комплексов переходных металлов.
7. Строение и синтез ареновых комплексов переходных металлов.
8. Гидрирование алкенов. Механизмы реакции гидрирования. Примеры катализаторов. Асимметрическое гидрирование алкенов.
9. Окисление алкенов. Вакер-процесс. Окисление алкенов в присутствии спиртов и карбоновых кислот.
10. Карбонилирование метанола (механизм реакции).
11. Классификация реакций метатезиса алкенов. Типы катализаторов. Механизм реакции метатезиса алкенов.
12. Классификация реакций кросс-сочетания. Механизмы реакций кросс-сочетания.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия : учебник / Эльшенбройх К. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 749 с. - ISBN 978-5-93208-543-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=838076&idb=0>.
2. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А.

Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 4. - 2004. - 726 с. : ил. - ISBN 5-94774-113-X (Ч. 3). - ISBN 5-94774-109-1 : 198.00., 32 экз.

3. Смит Вильям Артурович. Основы современного органического синтеза : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 - химия. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 750 с. : ил. - (Химия). - ISBN 978-5-94774-941-0 : 506.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 1. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 567 с. : ил. - ISBN 5-94774-110-5 (Ч. 1). - ISBN 5-94774-109-1 : 207.00., 31 экз.
2. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 2. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 623 с. : ил. - ISBN 5-94774-111-3 (Ч. 2). - ISBN 5-94774-109-1 : 207.00., 31 экз.
3. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 3. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 544 с. : ил. - ISBN 5-94774-112-1 (Ч. 3). - ISBN 5-94774-109-1 : 198.00., 29 экз.
4. Сибаров Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы / Сибаров Д. А., Смирнова Д. А. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 200 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-2158-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800310&idb=0>.
5. Денисов В. Я. Стереохимия органических соединений / Денисов В. Я., Мурышкин Д. Л., Грищенко Т. Н. - 2-е изд., испр. и доп. - Кемерово : КемГУ, 2013. - 228 с. - Рекомендовано Советом по химии УМО по классическому университетскому образованию Российской Федерации в качестве учебного пособия для химических факультетов университетов. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КемГУ - Химия. - ISBN 978-5-8353-1526-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=694486&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://scifinder.cas.org>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: мультимедийное оборудование (проектор, экран)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Малышева Юлия Борисовна, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.