

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

Стабильные свободные радикалы и их комплексы с металлами

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Органическая химия, нефтехимия и полимеры. Синтез и дизайн

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.02 Стабильные свободные радикалы и их комплексы с металлами является факультативом в образовательной программе.

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, химической технологии 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.3: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-1-н.4: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области органической и медицинской химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1-н.1: Уметь составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, самостоятельно оценить результаты своей деятельности. Знать цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов.</p> <p>Владеть систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.</p> <p>ПК-1-н.2: Уметь реализовывать современный подход к синтезу новых органических и</p>	Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>элементоорганических соединений. Знать методики моделирования в современных синтезах с использованием концепции «структура-свойства». Владеть современными методиками исследований; навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований.</p> <p>ПК-1-н.3: Уметь пользоваться учебной, научной, научно-популярной и справочной литературой, информационными базами данных, сетью Интернет для профессиональной деятельности; Знать основные информационные базы данных, используемые в данной области; Владеть навыками работы в специализированных базах данных, навыками поиска информации по патентоспособным объектам интеллектуальной собственности, самостоятельной работы с научной и справочной литературой.</p> <p>ПК-1-н.4: Уметь интерпретировать результаты информационного поиска, отбирать соответствующую тематике исследования информацию. Знать взаимосвязь между строением и свойствами органических соединений, свойства молекулы из ее строения, планировать синтез целевых соединений, основные физические и химические законы и их применение для планирования опыта, прогнозирования и объяснения свойств получаемых соединений организации эксперимента.</p>		
--	--	--	--	--

		Владеть экспериментальными методами математического планирования экспериментов и обработки полученных результатов; методиками анализа полученных результатов эксперимента.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	1
Часов по учебному плану	36
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	3
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

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/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Триарилметил и родственные радикалы	3.5	3		3	0.5
Феналенилы, циклопентадиенилы и другие радикалы с углеродным центром.	4.2	4		4	0.2
Нитроксидные (нитроксильные) радикалы: свойства, синтез и их применение	3.2	3		3	0.2
Устойчивые органические сигма-радикалы.	3.2	3		3	0.2
Вердазили и родственные радикалы	3.2	3		3	0.2
Феноксильные радикалы.	3.2	3		3	0.2

Синтез и характеристика тиазил-содержащих стабильных радикалов.	3.3	3		3	0.3
Стабильные радикалы тяжелых элементов р-блока.	3.5	3		3	0.5
Молекулярный магнетизм.	4.2	4		4	0.2
Сверхстойчивые полихлортрифенилметильные радикалы (РТМ).	3.5	3		3	0.5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	36	32	0	33	3

Содержание разделов и тем дисциплины

Описание основных типов органических стабильных радикалов, обоснование типов и причин их устойчивости во внешних средах. Возможности и перспективы применения стабильных органических радикалов. Основы теории и причины возникновения молекулярного магнетизма.

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 "нет" (нет).

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 - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Свойства трифенилметильных радикалов, одноэлектронное окисление и восстановление.
2. Модифицированные фотомолекулярные системы. Редокс-переключаемые молекулярные системы.
3. Цвиттерионные радикалы на основе феноленила.
4. Влияние полярности растворителя на параметры ЭПР нитроксидов. Нитроксильные мультирадикалы, электронный спин-спиновый обмен.
5. Устойчивость, физические свойства и электронная структура вердазилов. Реакционная способность вердазильного радикала.
6. Функционализированные оксифеноленоксильные радикалы, перенос спинового центра, сольвато- и термохромизм.

7. Нитроксилы в органическом синтезе. Нитроксилы в супрамолекулярной химии.
8. Структура некоординированных феноксильных радикалов. УФ-видимая спектроскопия. Спектроскопия ЭПР.
9. Соли с переносом заряда на основе тиазильных радикалов. Магнитные свойства тиазильных радикалов.
10. Радикалы элементов группы 13, бор, алюминий, галлий и индий.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

компет							
<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 отдельными 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».
	удовлетворитель	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена

	но	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. Открытие трифенилметильного радикала, бис (трифенилметил) пероксид. Свободные радикальные перегруппировки.
2. Материалы с магнитными свойствами. Материалы с электронными свойствами. Материалы с оптическими свойствами.
3. Функционализированные оксифеналеноксильные радикалы, перенос спинового центра, сольвато- и термохромизм.
4. Открытие устойчивых иминоксидов. Синтез ди-третбутилиминоксида. Устойчивость ди-третбутилиминоксида.
5. Органические проводники на основе тиазильных радикалов, транспорт заряда в тиазильных радикалах.
6. Факторы, определяющие устойчивость радикалов. Стерический эффект и устойчивость радикалов.
7. Цвиттерионные радикалы на основе феналенила.
8. Синтез нитронил-нитроксилов. Нитронил-нитроксил в качестве ловушки оксида азота.
9. Пространственно-экранированный 2,4,6-три-трет-бутил-феноксил и его аналоги. Синтез, электронное строение, свойства.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	

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

Основная литература:

1. Бучаченко Анатолий Леонидович. Стабильные радикалы. Электронное строение, реакционная способность и применение. - М. : Химия, 1973. - 408 с. : ил. - 2.83., 3 экз.

Дополнительная литература:

1. Doros T. Petasis. EPR Spectroscopy. - De Gruyter, 2022. - 1 online resource. - ISBN 9783110417562. - ISBN 9783110417531. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=857889&idb=0>.

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

Stable Radicals: Fundamentals and Applied Aspects of Odd-Electron Compounds; Ed. Robin G. Hicks; 2010; John Wiley & Sons Ltd

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Куропатов Вячеслав Александрович, доктор химических наук.

Заведующий кафедрой: Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук.

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