

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

Контролируемый синтез макромолекул

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 Б1.В.03.06 Контролируемый синтез макромолекул 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-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н.1: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	ПК-3-н.1: Знать основные пути и перспективы практического применения методов контролируемой радикальной полимеризации как одного из перспективных направлений нефтехимического синтеза Уметь анализировать особенности протекания контролируемого синтеза гомо- и сополимеров в условиях радикального инициирования, а также оценивать перспективы их практического применения в процессах нефтехимического синтеза Владеть навыками критического анализа результатов исследования закономерностей контролируемого синтеза макромолекул	Реферат Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы

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	88
Промежуточная аттестация	54 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	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Исторический очерк развития синтетической химии полимеров. Нижегородская школа полимерной химии и радикальных процессов	12	2		2	10
Тема 2. Инициирование процессов радикальной полимеризации	13	3	6	9	4
Тема 3. Сильные и слабые ингибиторы	13	3		3	10
Тема 4. Обратимое ингибирование в радикальных процессах	13	3	6	9	4
Тема 5. Типы стабильных радикалов и особенности полимеризации по механизму Stable Free Radical Polymerization	13	3		3	10
Тема 6. Иниферторы как инициаторы-регуляторы нового типа	13	3		3	10
Тема 7. Применение металлокомплексов в полимеризационных процессах	13	3	6	9	4
Тема 8. Комплексно-радикальная и радикально-координационная полимеризация	13	3	6	9	4
Тема 9. Atom Transfer Radical Polymerization и Reverse Atom Transfer Radical Polymerization	13	3	6	9	4
Тема 10. Процессы передачи цепи в синтезе полимеров. Полимеризация по механизму Radical Additional Fragmentation Chain Transfer	11	3		3	8
Тема 11. Особенности контролируемого синтеза сополимеров в процессе радикального инициирования	13	3		3	10
Тема 12. Процессы фотокаталитической контролируемой полимеризации Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization	10	2	6	8	2
Тема 13. Макромолекулярный дизайн и синтез наноразмерных структур методами контролируемой радикальной полимеризации	10	2		2	8
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	216	36	36	74	88

Содержание разделов и тем дисциплины

Исторический очерк открытия свободных радикалов и развития радикальной полимеризации. Вклад Г.А.Разуваева и Нижегородской (Горьковской) школы химиков в теорию и практику радикальных процессов.

Элементарные стадии радикальных реакций, в том числе применительно к процессам радикальной полимеризации. Инициаторы радикальных процессов.

Теория ингибирования радикальных реакций. Сильные и слабые ингибиторы полимеризационных процессов.

Полимеризация в условиях обратимого ингибирования. Работы советских, российских и зарубежных химиков в этой области.

Общая характеристика основных методов управления ростом полимерной цепи в условиях радикального инициирования. Основные признаки полимеризации в режиме «живых» цепей. Кинетика и термодинамика процесса.

Stable Free Radical Polymerization как один из наиболее эффективных механизмов контролируемого синтеза полимеров. Типы стабильных радикалов, используемых для управления ростом цепи в условиях радикального инициирования. Управление ростом полимерной цепи стабильными радикалами, образующимися *in situ*. Работы Нижегородской школы химиков в указанном направлении.

Atom Transfer Radical Polymerization и реакция Хараша. Применение в органическом синтезе и синтезе полимеров. Reverse Atom Transfer Radical Polymerization и особенности указанного процесса с точки зрения управления ростом полимерной цепи. Работы Нижегородской школы химиков в указанном направлении.

Иниферторы как инициаторы-регуляторы нового типа. Типы иниферторов и их влияние на кинетику полимеризации и молекулярно-массовые характеристики полимеров. Бинарные иниферторы на основе окситриазенов и окислителей, пространственно затрудненных хинонов и металлоорганических соединений и т.п. Вклад Нижегородской школы химиков в развитие указанного направления.

Radical Additional Fragmentation Chain Transfer и процессы обратимой передачи цепи как перспективное направление синтетической химии полимеров. Типы регуляторов и особенности процессов полимеризационных процессов этого типа.

Особенности комплексно-радикальной полимеризации. Радикально-координационная гомо- и сополимеризация с участием металлоорганических соединений. Работы Нижегородской школы химиков. Взгляд на полимеризацию Циглера-Натта с позиций химии радикальных процессов.

Управление ростом полимерной цепи с использованием стабильных металлсодержащих радикалов.

Контролируемый синтез полимеров в условиях фотоинициирования и фотокатализа. Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization. Работы Нижегородской школы химиков в данном направлении.

Особенности контролируемой радикальной сополимеризации. Синтез ди- и триблок-сополимеров.

Макромолекулярный дизайн в условиях радикального инициирования.

Синтез наноразмерных полимерных структур в условиях контролируемой радикальной полимеризации для медицины, электроники и других высокотехнологичных отраслей промышленности.

Современные тенденции развития синтетической химии полимеров. Роль контролируемой радикальной полимеризации в синтезе полимерных материалов с заданным комплексом свойств и характеристик.

Макромолекулярный дизайн и контролируемый синтез полимеров. Эффективные методы синтеза макромолекулярных структур методами контролируемой радикальной полимеризации.

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: 1. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Контролируемый синтез функциональных полимеров в условиях радикального инициирования и металлокомплексного катализа: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011, 50с.

2. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации для получения новых материалов с заданными свойствами. Электронное учебное пособие. Нижний Новгород. Издательство ННГУ. - 2010. – 48 с.

http://www.unn.ru/books/met_files/Grishin.pdf

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 - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Обратимое и необратимое ингибирование в синтезе полимеров с заданными молекулярно-массовыми характеристиками
2. Nitroxide Mediated Radical Polymerization как метод контролируемой радикальной полимеризации
3. Organometallic Mediated Radical Polymerization как метод контроля кинетики полимеризации и молекулярно-массовых характеристик полимеров
4. Сравнительный анализ процессов Atom Transfer Radical Polymerization и Reverse Atom Transfer Radical Polymerization
5. Серосодержащие соединения как агенты Radical Additional Fragmentation Chain Transfer
6. Сравнительный анализ эффективности комплексов меди и рутения в процессах Atom Transfer Radical Polymerization
7. Комплексы железа в процессах Atom Transfer Radical Polymerization
8. Особенности комплексно-радикальной полимеризации с участием металлсодержащих соединений
9. Радикально-координационная гомо- и сополимеризация
10. Практическое применение методов контролируемого синтеза макромолекул в промышленности

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы

Оценка	Критерии оценивания
	одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Сформулируйте основные принципы протекания цепных свободно-радикальных процессов
2. В чем принципиальное отличие контролируемой радикальной полимеризации от классического синтеза полимеров в условиях радикального инициирования
3. Какие соединения наиболее часто используются в качестве инициаторов?
4. Какие стабильные радикалы используют для регулирования кинетики полимеризации и молекулярной массы полимеров?
5. В чем роль лигандного окружения атома металла в металлокомплексе в процессах Atom Transfer Radical Polymerization
6. Рассмотрите схему Atom Transfer Radical Polymerization на примере одного из комплексов меди
7. Рассмотрите схему Reverse Atom Transfer Radical Polymerization на примере одного из комплексов рутения
8. Приведите схему контролируемого синтеза полимеров по механизму обратимой передачи цепи
9. Кислоты Льюиса как регуляторы кинетики полимеризации и молекулярно-массовых характеристик полимеров в процессах комплексно-радикальной полимеризации
10. Оцените возможности стереорегулирования в процессах контролируемого синтеза полимеров по механизму обратимого ингибирования
11. Приведите примеры использования металлоорганических соединений в процессах радикально-координационной полимеризации
12. Оцените перспективы использования различных методов контролируемой радикальной полимеризации в промышленности

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
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 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	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающегося от ответа			негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<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 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-3-н

1. Сформулируйте основные принципы (особенности) протекания цепных радикальных процессов на примере радикальной полимеризации
2. Особенности элементарных стадий классической радикальной полимеризации
3. Обратимое и необратимое ингибирование радикальной полимеризации
4. Основные особенности и характерные признаки полимеризации в режиме «живых» цепей
5. Типы стабильных радикалов, используемых для управления ростом полимерной цепи в условиях радикального инициирования
6. Стабильные радикалы, образующиеся *in situ*, в процессах регулирования радикальной полимеризации
7. Реакция Хараша и ее применение в процессах контролируемого синтеза макромолекул
8. Комплексы меди и рутения в процессах полимеризации по механизму с переносом атома
9. Комплексы железа в процессах Atom Transfer Radical Polymerization
10. Reverse Atom Transfer Radical Polymerization: особенности и основные закономерности процесса
11. Методы повышения эффективности процессов Atom Transfer Radical Polymerization и Reverse Atom Transfer Radical Polymerization
12. Инифтореры и их применение в процессах контролируемого синтеза макромолекул
13. Полимеризация по механизму обратимой передачи цепи и ее особенности
14. Основные агенты, используемые в процессах Radical Additional Fragmentation Chain Transfer
15. Organometallic Mediated Radical Polymerization как один из методов контролируемого синтеза полимеров
16. Синтез ди-, три и мульти-блоксополимеров методами контролируемой радикальной полимеризации
17. Макромолекулярный дизайн в условиях радикального инициирования
18. Комплексно-радикальная полимеризация: особенности и перспективы применения
19. Радикально-координационная гомо- и сополимеризация
20. Применение методов контролируемой радикальной полимеризации для синтеза макромолекулярных структур
21. Особенности процесса Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization
22. Фотокатализаторы с окислительным и восстановительным циклом гашения в процессах Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization
23. Соединения непереходных элементов в процессах контролируемого синтеза полимеров
24. Примеры практического использования методов контролируемой радикальной полимеризации в промышленности
25. Синтез полимерных присадок для дизельных топлив методом контролируемой радикальной полимеризации
26. Синтез прекурсоров для производства углеволокна на основе гомо- и сополимеров акрилонитрила методами контролируемой радикальной полимеризации
27. Применение методов контролируемого синтеза макромолекул для получения блок-сополимеров и их использования в качестве фоторезистов нового поколения

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Киреев Вячеслав Васильевич. Высокомолекулярные соединения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Хим. технология высокомолекулярных соединений". - М. : Высшая школа, 1992. - 512 с. - 300.00., 25 экз.
2. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : учебник / В. В. Киреев. - Москва : Юрайт, 2023. - 365 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-13614-2. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841456&idb=0>.
3. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2 : учебник / В. В. Киреев. - Москва : Юрайт, 2022. - 243 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/496649> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-13615-9 : 809.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=816540&idb=0>.
4. Семчиков Юрий Денисович. Высокомолекулярные соединения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химия" и направлению "Химия". - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2010. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-7071-1 : 422.40., 3 экз.

5. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 224 с. - Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению ВПО 020100 — «Химия» и специальности 020201 — «Фундаментальная и прикладная химия» (№ 688-4/207-11 от 28.12.2011 г.). - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-1325-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799819&idb=0>.

6. Гришин Дмитрий Федорович. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации для получения новых материалов с заданными свойствами : учебное пособие / Д. Ф. Гришин, И. Д. Гришин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 50 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849978&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Живая радикальная полимеризация. - Воронеж : ВГУ, 2018. - 61 с. - Рекомендовано для студентов 4-го курса очной и очно-заочной формы обучения химического факультета. Также пособие полезно для магистрантов первого года обучения по профилю «Высокомолекулярные соединения». Для направления 04.03.01 – Химия и специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ВГУ - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=754636&idb=0>.

2. Бакеева И. В. Трехмерная радикальная полимеризация: особенности и возможности реакции : учебное пособие / Бакеева И. В. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021. - 82 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=801380&idb=0>.

3. Гомзяк В. И. Теоретические основы синтеза полимеров. Радикальная полимеризация. Практикум / Гомзяк В. И., Крайник И. И., Грицкова И. А. - Москва : РТУ МИРЭА, 2022. - 36 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=861336&idb=0>.

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

1. Аналитические статьи о современном состоянии отечественной и зарубежной науки в области синтеза полимеров [Электронный ресурс]: <http://www.newchemistry.ru>

2. Описание основных процессов нефтепереработки [Электронный ресурс]: <http://chemistry.narod.ru/razdeli/neftechemistry/neftechemistry.htm>.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1_cid=25&pl1_id=4037.

Ресурс: <http://www.lib.unn.ru>

Для подготовки студентов к практическим занятиям и самостоятельного изучения материала рекомендуются методические пособия и разработки кафедры:

1. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Контролируемый синтез функциональных полимеров в условиях радикального инициирования и металлокомплексного катализа: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011, 50с.

2. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации для получения новых материалов с заданными свойствами. Электронное учебное пособие. Нижний Новгород. Издательство ННГУ. - 2010. – 48 с.

http://www.unn.ru/books/met_files/Grishin.pdf

3. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Современные тенденции контролируемого синтеза функциональных полимеров: фундаментальные аспекты и практическое применение // Успехи химии. 2021. Т. 90. № 2. С.231-264. <https://doi.org/10.1070/RCR4964>

4. Гришин И.Д. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации с переносом атома в синтезе функциональных полимеров и гибридных макромолекулярных структур // Высокомолекулярные соединения. 2022. Т.64С. № 2. С.92-105. DOI: 10.31857/S2308114722700030

5. Гришин Д.Ф. Методы контролируемой радикальной полимеризации в синтезе функциональных полимеров и макромолекулярных структур // Известия Академии наук. Серия химическая. 2023. Т.72. № 6. С. 1285-1298. <https://doi.org/10.1007/s11172-023-3904-0>

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: Экран, проектор, доска, мел и т.п.

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): Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук.

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