

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 Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Контролируемый синтез макромолекул

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Нефтехимия

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Контролируемый синтез макромолекул» относится к дисциплинам вариативной части профессионального (специального) цикла обязательных дисциплин основной образовательной программы по специальности 04.04.01 – «Химия» (Б1.В.03.06).

Данный курс химии тесно связан с отдельными главами дисциплин «Химия нефти», «Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе», «Органическая химия», «Физическая химия» и «Высокомолекулярные соединения». Он способствует формированию целостной картины восприятия всего блока органических дисциплин, изучаемых студентами химического факультета, и дает необходимые представления о путях и методах практического применения углеводов и их производных.

Целями освоения дисциплины «Контролируемый синтез макромолекул» является формирование у студента представления о закономерностях синтеза высокомолекулярных соединений и методах управления ростом цепи в условиях радикального инициирования и металлокомплексного катализа, современных методах целенаправленного изменения кинетических параметров полимеризации и молекулярно- массовых характеристик полимеров, процессах крупнотоннажного синтеза полимеров в промышленных условиях.

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	
ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области нефтехимии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<i>Знать</i> основные пути и перспективы практического применения методов контролируемой радикальной полимеризации как одного из перспективных направлений нефтехимического синтеза <i>Уметь</i> анализировать особенности протекания контролируемого синтеза гомо- и сополимеров в условиях радикального инициирования, а также оценивать перспективы их практического применения в процессах нефтехимического синтеза <i>Владеть</i> навыками критического анализа результатов исследования закономерностей контролируемого синтеза макромолекул	Собеседование, реферат, экзамен

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственных практик и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

Трудоемкость дисциплины	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
-------------------------	----------------------	-----------------------------

Общая трудоемкость	6 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	216	
в том числе	36	36
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа;		
- занятия практического типа;		
- КСР ИФ.	2	2
самостоятельная работа	124	142
Промежуточная аттестация – экзамен	54	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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 практического типа		Контроль самостоятельной работы		Всего			
	0ч	0-3	0ч	0-3	0ч	0-3	0ч	0-3	0ч	0-3	0ч	0-3
Тема 1. Исторический очерк развития синтетической химии полимеров. Нижегородская школа полимерной химии и радикальных процессов	12	12	2	2					2	2	10	10
Тема 2. Инициирование процессов радикальной полимеризации	13	13	3	3					3	3	10	10
Тема 3. Сильные и слабые ингибиторы	13	13	3	3					3	3	10	10
Тема 4. Обратимое ингибирование в радикальных процессах	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 5. Типы стабильных радикалов и особенности полимеризации по механизму Stable Free Radical Polymerization	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 6. Иниферторы как инициаторы-регуляторы нового типа	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 7. Применение	13	15	3	3					3	3	10	12

металлокомплексов в полимеризационных процессах												
Тема 8. Комплексо-радикальная и радикально-координационная полимеризация	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 9. Atom Transfer Radical Polymerization и Reverse Atom Transfer Radical Polymerization	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 10. Процессы передачи цепи в синтезе полимеров. Полимеризация по механизму Radical Additional Fragmentation Chain Transfer	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 11. Особенности контролируемого синтеза сополимеров в процессе радикального инициирования	13	15	3	3					3	3	10	12
Тема 12. Процессы фотокаталитической контролируемой полимеризации Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization	10	11	2	2			1	1	3	3	7	8
Тема 13. Макромолекулярный дизайн и синтез наноразмерных структур методами контролируемой радикальной полимеризации	10	11	2	2			1	1	3	3	7	8
Промежуточная аттестация – Экзамен	54	36										
Итого	216	216	36	36					38	38	124	142

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках консультаций, собеседования и контрольных работ. Промежуточный контроль осуществляется при проведении экзамена.

Детализированное содержание основных разделов дисциплины

Исторический очерк открытия свободных радикалов.

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 Хараппа. 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 обучающегося включает работу с рекомендуемой литературой по основным разделам курса с использованием Internet-ресурсов, подготовку к контрольным работам, собеседованию и сдаче экзамена по контрольным вопросам. Средствами для текущего контроля успеваемости являются контрольные(самостоятельные) работы.

По итогам изучения дисциплины предусмотрен экзамен в качестве средства аттестации студентов.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Регулярные консультации и собеседования;
- Написание реферата.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **письменного экзамена**.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	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 негрубыми 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 владения материалом. 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	Продemonстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

При изучении дисциплины «Контролируемый синтез макромолекулы» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций **ПК-3-н**: «Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области нефтехимии и/или смежных с химией наук».

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса, решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. В ходе собеседования рассматриваются ошибки, допущенные студентом при ответах на вопросы экзаменационного билета.

Шкала оценки при промежуточной аттестации на письменном экзамене

Оценка		Уровень подготовки
зачтен	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»
не зачтено	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»

Самостоятельная работа обучающегося заключается в подготовке студента к выполнению лабораторных работ и практических занятий, а также включает работу с рекомендуемой литературой с использованием Internet-ресурсов, подготовку к сдаче экзамена по контрольным вопросам. Средствами для текущего контроля успеваемости являются сдача допусков к лабораторным работам и отчеты по ним, а также активность на практических занятиях. Отчеты по лабораторным работам представляют собой документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, прочитанных и подписанных преподавателем, ведущим лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Отчеты являются одним из эффективных методов изучения материала, поскольку в процессе его написания студент детально и вдумчиво анализирует теоретический и практический материал, связанный с работой, формулирует выводы о результатах проведенного эксперимента, что способствует лучшему усвоению материала, а также развивает у студентов внимание и наблюдательность.

По итогам изучения дисциплины предусмотрен зачет и экзамен в качестве средства аттестации студентов.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Собеседование (устный опрос с оценкой);
- Написание реферата;

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **письменного экзамена**.

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Сформулируйте основные принципы (особенности) протекания цепных радикальных процессов на примере радикальной полимеризации	ПК-3-н
2. Особенности элементарных стадий классической радикальной полимеризации	ПК-3-н
3. Обратимое и необратимое ингибирование радикальной полимеризации	ПК-3-н
4. Основные особенности и характерные признаки полимеризации в режиме «живых» цепей	ПК-3-н
5. Типы стабильных радикалов, используемых для управления ростом полимерной цепи в условиях радикального инициирования	ПК-3-н
6. Стабильные радикалы, образующиеся <i>in situ</i> , в процессах регулирования радикальной полимеризации	ПК-2-н
7. Реакция Хараша и ее применение в процессах контролируемого синтеза макромолекул	ПК-3-н
8. Комплексы меди и рутения в процессах полимеризации по механизму с переносом атома	ПК-3-н
9. Комплексы железа в процессах Atom Transfer Radical Polymerization	ПК-3-н
10. Reverse Atom Transfer Radical Polymerization: особенности и основные закономерности процесса	ПК-3-н
11. Методы повышения эффективности процессов Atom Transfer Radical Polymerization и Reverse Atom Transfer Radical Polymerization	ПК-3-н
12. Инифтореры и их применение в процессах контролируемого синтеза макромолекул	ПК-3-н
13. Полимеризация по механизму обратимой передачи цепи и ее особенности	ПК-3-н
14. Основные агенты, используемые в процессах Radical Additional Fragmentation Chain Transfer	ПК-3-н
15. Organometallic Mediated Radical Polymerization как один из методов контролируемого синтеза полимеров	ПК-3-н
16. Синтез ди-, три и мульти-блоксополимеров методами контролируемой радикальной полимеризации	ПК-3-н
17. Макромолекулярный дизайн в условиях радикального инициирования	ПК-3-н
18. Комплексно-радикальная полимеризация: особенности и перспективы применения	ПК-3-н
19. Радикально-координационная гомо- и сополимеризация	ПК-3-н
20. Применение методов контролируемой радикальной полимеризации для синтеза макромолекулярных структур	ПК-3-н
21. Особенности процесса Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization	ПК-3-н
22. Красители и другие гетероатомные сопряженные органические соединения как катализаторы Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization	ПК-3-н
23. Окислительный и восстановительный цикл гашения в процессах фотокатализа по механизму Metal Free Atom Transfer Radical Polymerization	ПК-3-н
24. Соединения переходных элементов в процессах контролируемого синтеза полимеров	ПК-3-н
25. Примеры практического использования методов контролируемой радикальной полимеризации в промышленности	ПК-3-н

26. Синтез полимерных присадок для дизельных топлив методом контролируемой радикальной полимеризации	ПК-3-н
27. Синтез прекурсоров для производства углеволокна на основе гомо- и сополимеров акрилонитрила методами контролируемой радикальной полимеризации	ПК-3-н
28. Применение методов контролируемого синтеза макромолекул для получения блок-сополимеров и их использования в качестве фоторезистов нового поколения	ПК-3-н

5.2.2. Темы рефератов с целью проверки формирования компетенций 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 металлосодержащих соединений
9. Радикально-координационная гомо- и сополимеризация
10. Практическое применение методов контролируемого синтеза макромолекул в промышленности

5.2.3. Вопросы для собеседования с целью проверки формирования компетенций 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

5.2.4. Перечень примерных вопросов для экзамена с целью проверки формирования компетенций 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 Хараши 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. Инифторторы 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 переходных 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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

«Радикальные реакции углеводов и их производных»

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

а) основная литература:

1. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : учебник / В. В. Киреев. - Москва : Юрайт, 2023. - 365 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=844676&idb=0>
2. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2 : учебник / В. В. Киреев. - Москва : Юрайт, 2023. - 243 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845616&idb=0>
3. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров. 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 224 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799819&idb=0>
4. В.Д.Рябов. Химия нефти и газа. М., Техника, 2014.
4. Ю.С. Шабаров. Органическая химия. [Электронный ресурс]. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 848 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1_cid=25&pl1_id=4037
5. А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич. Органическая химия: Учебник [Электронный ресурс]. / Под ред. А.Э. Щербины. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 808 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php/book=415732>
6. Ю.Д.Семчиков. Высокомолекулярные соединения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химия" и направлению "Химия". - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2010. - 368 с.

б) дополнительная литература:

1. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: В 4 ч.: Ч.: 1: Учебное пособие для вузов. - М.: Бином, 2013.- 567 с.
2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: В 4 ч.: Ч.: 2: Учебное пособие для вузов.- М.: Бином, 2013.- 623 с.

в) интернет-ресурсы, отражающие состояние развития данного направления в науке, соответствующее теме дисциплины:

1. Аналитические статьи о современном состоянии отечественной и зарубежной нефтехимии и основах нефтепереработки [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>

г) рекомендованная литература:

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](https://doi.org/10.31857/S2308114722700030)

Кроме того, учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Специализированные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, видеопроектор, ноутбук, переносной экран, доска, мел и др..

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 04.04.01 «Химия».

Автор:

д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН _____ Гришин Д.Ф.

Заведующий кафедрой химии нефти (нефтехимического синтеза),

д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН _____ Гришин Д.Ф.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.