

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.И.Чуприс

2019 г.

Регистрационный № УД-7518 /уч.



МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 06 Химия

**Профилизация: Фундаментальная и прикладная химия веществ и
материалов**

2019 г.

Учебная программа составлена на основе¹ ОСВО 1-31 80 06-2019 и учебного плана №G 31-040/уч от 11.04.2019

СОСТАВИТЕЛИ:

М.В. Шишенок, доцент кафедры высокомолекулярных соединений
Белорусского государственного университета, кандидат химических наук,
доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Бильдюкевич А.В. – директор ГНУ Институт физико-органической химии
НАН Беларуси, доктор химических наук, академик.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высокомолекулярных соединений Белорусского государственного
университета
(протокол № 3 от 4 октября 2019);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 2 от 3 декабря 2019 г.)

Зав.кафедрой _____



С.В.Костюк



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Модификация полимеров — контролируемое преобразование молекулярной, фазовой и морфологической структуры высокомолекулярного соединения, а также создание сложных композитов для целенаправленного изменения свойств полимера и гетерополимера.

Модификацию полимеров подразделяют на структурную и химическую, поверхностную и объемную.

Структурная модификация включает конфигурационные и конформационные переходы полимерной цепи, а также фазовые переходы: кристалл → жидкий кристалл → изотропная жидкость, декристаллизацию и рекристаллизацию, — наконец, ориентацию, крейзинг, полиморфные и топomorphicные, морфологические превращения, релаксационные переходы полимеров и является, таким образом, многовариантным и действенным способом управления характеристиками высокомолекулярных соединений.

Химическая модификация — направленное изменение химического состава макромолекул с целью синтеза новых высокомолекулярных соединений. Химическая модификация полимеров осуществляется как в процессе их синтеза, так и посредством изменения химического состава уже готовых высокомолекулярных соединений. Химическую модификацию органических высокомолекулярных соединений проводят посредством полимераналогичных реакций, а также посредством специфических реакций макромолекул: деструкции и сшивания, гетерополимеризации, межмакромолекулярных реакций.

Поверхностная и объемная модификации затрагивают поверхность и объем полимерного материала соответственно.

Умение управлять структурой отдельной макромолекулы и морфозами, т.е. владеть приемами модификации, является необходимым знанием современного химика высокой квалификации. Модификация позволяет получать высокомолекулярные соединения с заранее заданным комплексом свойств, необходимые для создания новых материалов.

Достижения в электронике, радиотехнике, космической технике, промышленном и гражданском строительстве, машиностроении, приборостроении, текстильной промышленности, робототехнике, медицине, экологии были бы не возможны без гаммы модифицированных полимеров.

Соответственно при подготовке квалифицированных магистров на второй ступени высшего образования востребована учебная дисциплина «Модификация полимеров».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Модификация полимеров» — приобретение знаний по модификации полимеров.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) познание механизмов структурной модификации;
- 2) познание механизмов химической модификации;

3) познание структуры, свойств и практической значимости модифицированных полимеров.

Место учебной дисциплины в системе подготовки магистра

Учебная дисциплина относится к модулю «Молекулярный дизайн органических соединений» (компонент учреждения высшего образования).

Связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина «Модификация полимеров» связана с другими дисциплинами, а именно: «Высокомолекулярные соединения», «Современные проблемы химии», «Теоретические основы неорганической химии», «Современные полимерные материалы».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Модификация полимеров» должно обеспечить формирование специальных компетенций:

СК-3 Предлагать методики направленного синтеза и модификации молекулярно-организованных материалов с заданными свойствами на основании принципов структурно-ориентированного и молекулярно-ориентированного дизайна.

В результате освоения учебной дисциплины магистрант должен

знать:

- механизмы конфигурационных и конформационных переходов полимерных цепей;
- механизмы декристаллизации и рекристаллизации полимеров;
- механизмы полиморфных переходов полимеров;
- механизмы релаксационных переходов полимеров;
- механизмы изменения морфологии полимеров;
- механизмы химических реакций полимеров;
- закономерности модификации полимеров с целью направленного изменения эксплуатационных свойств полимерных материалов;

уметь:

- использовать знания о модификации полимеров в научной, педагогической и производственной деятельности;

владеть:

- современными способами модификации и исследования полимеров.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина «Модификация полимеров» изучается во втором семестре. Общее количество часов для изучения дисциплины «Модификация полимеров» — 98, в том числе 42 аудиторных часа, из них лекции — 24 часа (из них 4 часа ДО), семинарские занятия — 4 часа, практические занятия — 4 часа ДО, лабораторные занятия — 6 часов, управляемая самостоятельная работа — 4 часа (из них 2 часа внеаудиторного контроля).

Форма получения второй ступени высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

Количество зачетный единиц – 3.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА¹

Раздел 1. Структурная модификация полимеров

Тема 1.1 Модификация макромолекулярной структуры

Принципы управления конфигурационными переходами полимерной цепи. Конформации электронейтральных и заряженных цепей. Принципы управления конформационными переходами полимерной цепи. Переходы клубок ↔ глобула, клубок ↔ стержень, клубок ↔ складчатая цепь, стержень ↔ глобула. Коллапс полимерных сеток.

Практическая значимость конфигурационных и конформационных переходов.

Тема 1.2 Модификация фазовой структуры

Переходы кристалл ↔ жидкий кристалл ↔ изотропная жидкость.

Способы и механизмы декристаллизации полимеров.

Способы и механизмы рекристаллизации полимеров.

Способы и механизмы полиморфных превращений полимеров.

Практическая значимость модификации фазовой структуры.

Тема 1.3 Модификация морфологии

Переходы изотропная морфология ↔ анизотропная морфология.

Аксиальная текстура, плоскостная текстура.

Способы и механизмы ориентации полимера. Ориентация в твердом состоянии. Ориентация в адсорбционно-активной жидкости. Ориентация облучением. Ориентация в жидком состоянии. Ориентация в процессе синтеза.

Создание пористых структур.

Преобразование фибриллярной морфологии в микрокристаллическую.

Практическая значимость модификации морфологической структуры.

Тема 1.4 Релаксационные переходы

Молекулярная, внутримолекулярная и структурная пластификация. Естественная и искусственная пластификация.

Механизм пластификации.

Практическая значимость релаксационных переходов.

Раздел 2. Химическая модификация полимеров

Тема 2.1 Полимераналогичные реакции

Механизмы активации полимеров.

Механизмы полимераналогичных реакций.

Практическая значимость полимераналогичных реакций.

Тема 2.2 Деструктивные процессы

Механизмы термической, термоокислительной, радиационной, механической, гидролитической и ферментативной деструкции, а также фотодеструкции.

Механизмы деполимеризации.

Практическая значимость деструктивных превращений.

Тема 2.3 Модификация в процессе полимеризации

Синтез разветвленных полимерных цепей.

Статистическая гетерополимеризация как способ химической модификации.

Прививка по реакциям цепной и ступенчатой полимеризации.

Поверхностная модификация.

Блоксополимеризация.

Практическая значимость модификации в процессе синтеза.

Тема 2.4 Межмакромолекулярные реакции

Механизм реакций комплексообразования.

Интерполимерные комплексы.

Дендриплексы.

Межмакромолекулярные реакции как способы направленной модификации высокомолекулярных соединений и создания новых материалов, пригодных для решения медицинских, биотехнологических и агротехнологических задач, а также экологических проблем.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ²

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					СР Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические	Семинарские	Лабораторные	Внеауд. Контроль УСР		
1	2	1	4	5	6	7	8	9
1	Структурная модификация полимеров							
1.1	Модификация макромолекулярной структуры	2					2	
1.2	Модификация фазовой структуры	4		2	6			отчет по лабораторной работе
1.3	Модификация морфологии	2		2				
1.4	Релаксационные переходы	2						
2	Химическая модификация полимеров							
2.1	Полимераналогичные реакции	4 (ДО)	2 (ДО)			2		открытое эвристическое задание (внеаудиторный контроль)
2.2	Деструктивные процессы	2						
2.3	Модификация в процессе полимеризации	4						
2.4	Межмакромолекулярные реакции	4	2 (ДО)					
	Итого	24	4	4	6	2	2	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Шишонок, М.В.* Высокомолекулярные соединения: учебное пособие / М.В. Шишонок. Минск: Вышэйшая школа, 2012. 535 с. + электронное приложение.
2. *Шишонок, М.В.* Современные полимерные материалы: учебное пособие / М.В. Шишонок. Минск: Вышэйшая школа, 2017. 278 с.
3. *Шишонок, М.В.* Полимерные материалы медицинского назначения: Минск: РИВШ, 2018. 272 с.
4. *Шишонок, М.В.* Высокомолекулярные соединения: учебно-методический комплекс — Минск: БГУ. 2016. 227 с.
5. *Гросберг, А.Ю.* Статистическая физика макромолекул: — М.: Наука. учебное пособие / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. 1989. 344 с.
6. *Платэ, Н. А.* Макромолекулярные реакции в расплавах и смесях полимеров / Н.А. Платэ, А. Д. Литманович, Я. В. Кудрявцев. М.: Наука, 2008. 380 с.
7. *Askeland, Donald. R.* The science and engineering of materials / Donald. R. Askeland, Wendelin J. Wright. Boston: Cengage Learning, Inc., Seventh Edition. 2015. 875 p.
8. *Шишонок, М.В.* Творческие задания по анализу патентной литературы в преподавании естественнонаучных дисциплин / ©2019 Межвузовский портал. Методология, содержание, практика креативного образования http://didact.bsu.by/item/Shishonok_article.
9. *Shishonok, M.* Individual work of students with use of information and communication technologies // Information & communication technology in natural science education — 2007. Proceedings of International Scientific Practical Conference (December 2—5, 2007, Šiauliai, Lithuania) Šiauliai University, 2007. P. 163 – 167.
10. *Измурдов, В.А.* Интерполиэлектролитные комплексы: достижения и перспективы применения / В.А. Измурдов, Б.Х. Мусабаева, Ж.С. Казымова, А.М. Кливенко, Л.К. Оразжанова // Успехи химии. 2019. Т. 88. № 10. с. 1046 – 1062.

Перечень дополнительной литературы

11. *Шишонок, М.В.* Основы химии высокомолекулярных соединений: учебное пособие / М.В. Шишонок, Л.П. Круль. Минск: БГУ, 2010. 159 с.
12. *Шишонок, М.* Создание и использование базы знаний как форма самостоятельной работы студентов / М. Шишонок, И. Руцкий, Е. Макаренко, Л. Круль // Information & communication technology in natural science education — 2006. Proceedings of International Scientific Practical Conference. — Šiauliai, Lithuania. 2006. — P. 152 – 155.
13. *Shishonok, M.* Computer literacy of students and teachers in natural science education process / M. Shishonok, V. Vasilevizki, K. Petrashko // Information & communication technology in natural science education — 2008. Proceedings of International Scientific Practical Conference. — Šiauliai, Lithuania. 2008. — P. 96 – 102.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

1. Открытое эвристическое задание в виде составления аналитического обзора современного патента согласно [8].

Оценка открытого задания учитывает следующее:

- оригинальность созданного образовательного продукта,
- исследование патентного (научно-технического) решения с разных сторон,
 - информационный поиск с указанием соответствующих источников,
 - интегрирование знаний из различных областей,
 - личностная значимость достигнутых результатов.

2. Оценка за отчет по лабораторной работе учитывает выход полученного вещества, полноту ответа о его структуре, свойствах и применении; решение расчетной задачи.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Модифицированные полимеры» учебным планом предусмотрен

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний магистранта, позволяющая оценить динамику достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации магистранта по дисциплине.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- составление аналитического обзора патента — 50 %;
- отчет по лабораторной работе — 50 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов.

Оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка — 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы магистрантов

Форма управляемой самостоятельной работы магистрантов, детально описана в [8, 9, 12]: поиск патентов по заданной теме и составление аналитических обзоров патентов.

№	Виды заданий для УСР	Формы контроля знаний	Обеспечение на Межвузовском портале «Методология, содержание, практика креативного образования»
1	Открытые эвристические задания когнитивного и креативного типа	Аналитический обзор патента	Инструкция по выполнению заданий и ссылка на видеоматериалы: ©2019 Межвузовский портал. Методология, содержание, практика креативного образования http://didact.bsu.by/item/Shishonok_article

Примеры открытых эвристических заданий размещены на Межвузовском портале «Методология, содержание, практика креативного образования»
http://www.didact.bsu.by/item/Shishonok_article

Задание № 1 по темам «Модификация макромолекулярной структуры» и «Модификация в процессе полимеризации»

Составить аналитический обзор патента США № 10023713 «Hollow nanoparticles and method thereof».

Задание № 2 по теме «Модификация морфологии»

Составить аналитический обзор патента РФ № 2192432 «Способ получения порошковой целлюлозы».

Задание № 3 по теме «Релаксационные переходы»

Составить аналитический обзор патента США № 9295649 «Therapeutic polymeric nanoparticle compositions with high glass transition temperature or high molecular weight copolymers».

Задание № 4 по теме «Модификация в процессе полимеризации»

- Составить аналитический обзор патента РФ № 2542261 «Способ получения катионообменной композиционной мембраны».
- Составить аналитический обзор патента США № 10501588 «Grafting method for rice straw fiber modification».

Задание № 5 по теме «Межмакромолекулярные реакции»

Составить аналитический обзор патента США № 9919280 «Method of forming polyelectrolyte complex capsules».

Задание № 6 по теме «Межмакромолекулярные реакции»

Составить аналитический обзор патента США № 10369106 «Efficient aqueous encapsulation and controlled release of bioactive agents».

Задание № 7 по теме «Полимераналогичные реакции»

Составить аналитический обзор патента США № 10323101 «Method for producing polysaccharide derivative and lignin derivative».

Задание № 8 по теме «Деструктивные процессы»

Составить аналитический обзор патента США № 10046085 «Biodegradable medical implants, polymer compositions and methods of use».

Задание № 9 по теме «Модификация фазовой структуры»

Провести информационный поиск и отбор патента. Составить аналитический обзор патента.

Примерная тематика семинарских, практических и лабораторных занятий

Семинар № 1. Декристаллизация полимеров.

Семинар № 2. Модификация морфологии.

Практическое занятие № 1. Выявление механизма полимераналогичной реакции.

Практическое занятие № 1. Составление уравнений межмакромолекулярных реакций.

Лабораторные занятия: модификация природных и искусственных полимеров.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *эвристический подход*, который предполагает

- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения.

При организации образовательного процесса используется также *практико-ориентированный подход*, который предполагает

- освоение содержания образования через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск и критический обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- решение расчетных задач;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка отчетов по лабораторным работам;

- подготовка к экзамену.

Примерный перечень вопросов к экзамену

Принципы управления конфигурационными и конформационными переходами полимерной цепи. Примеры использования конфигурационных и конформационных переходов полимерной цепи в современных технологиях.

Фазовые переходы. Декристаллизация и рекристаллизация полимеров. Полиморфные переходы. Использование фазовых и полиморфных переходов в современных технологиях.

Аксиальная и плоскостная текстура. Способы и механизмы ориентации полимера. Ориентация в твердом и жидком состояниях. Ориентация облучением. Ориентация в процессе синтеза. Ориентация в адсорбционно-активной жидкости.

Создание микрокристаллической структуры.

Использование модификации морфологии в современных технологиях.

Использование релаксационных переходов в современных технологиях.

Использование полимераналогичных реакций в современных технологиях.

Механизмы физико-химической и биодеструкции.

Использование деструктивных превращений в современных технологиях.

Синтез разветвленных цепей. Статистическая гетерополимеризация. Прививка. Поверхностная модификация. Блоксополимеризация. Практическая значимость модификации в процессе синтеза.

Механизм реакций комплексообразования. Интерполимерные комплексы.

Дендриплексы.

Межмакромолекулярные реакции как способы направленной модификации высокомолекулярных соединений и создания новых материалов, пригодных для решения медицинских, биотехнологических и агротехнологических задач, а также экологических проблем.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу ³ (с указанием даты и номера протокола ⁴)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Высокомолекулярных соединений (протокол № от . . 20 г.)

Заведующий кафедрой
доктор химических наук
доцент

_____ С.В. Костюк

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
доктор химических наук,
член-корреспондент НАН Беларуси

_____ Д.В. Свиридов

Рецензия на учебную программу по учебной дисциплине «Модификация полимеров» для специальности 1-31 80 06 Химия

Учебная дисциплина «Модификация полимеров» является дисциплиной учреждения высшего образования. Изучается на второй ступени высшего образования; профилизация — «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов». Актуальность модифицированных полимеров бесспорна. С ними работают специалисты практически всех отраслей науки и промышленности, например: биотехнологии, нанотехнологии, стройиндустрии, машиностроения, авиакосмической техники, сельского хозяйства, косметологии, фармации.

Учебная программа, разработанная доцентом кафедры высокомолекулярных соединений Белорусского государственного университета М.В. Шишонок, включает пояснительную записку, содержание учебного материала, учебно-методическую карту учебной дисциплины, информационно-методическую часть.

В пояснительной записке отмечены роль и место учебной дисциплины «Модификация полимеров» в системе подготовки специалиста со степенью «магистр химических наук». Указаны связи этой дисциплины с другими учебными дисциплинами учебного плана, в частности с дисциплиной «Современные проблемы химии»; четко сформулированы цели и задачи дисциплины; требования к ее освоению.

Содержание учебного материала соответствует современным достижениям в области структурной и химической, поверхностной и объемной модификации высокомолекулярных соединений. Здесь отражены практически ценные для нано-и биотехнологий проблемы конфигурационных и конформационных переходов полимерных цепей, а также управляемых фазовых и морфологических преобразований. Особо следует отметить включение в образовательный процесс новейших достижений в области межмакромолекулярных реакций, например синтез дендриплексов. Освоение предложенного в программе материала необходимо для магистра химических наук.

Учебно-методическая карта дисциплины отражает рациональное распределение аудиторных часов и часов самостоятельной работы студента.

Информационная часть содержит перечень рекомендуемой литературы. Необходимо подчеркнуть высокий уровень учебно-методического обеспечения дисциплины, позволяющий работать с фундаментальными книгами М.В. Шишонок «Современные полимерные материалы», «Полимерные материалы медицинского назначения» и «Высокомолекулярные соединения», изданными с грифом Министерства образования Республики Беларусь. Названные издания являются отличными

современными учебными пособиями по химии и модификации полимеров и материалов на их основе.

Следует также отметить новаторские творческие задания по анализу патентной литературы, представленные в рецензируемой учебной программе и полезные для самостоятельной работы магистрантов.

Итак, программа учебной дисциплины «Модификация полимеров» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к учебным программам, и может быть рекомендована в качестве учебной программы по учебной дисциплине «Модификация полимеров» для специальности 1-31 80 06 Химия.

Директор Государственного научного учреждения
«Институт физико-органической химии
Национальной академии наук Беларуси»,
доктор химических наук, академик -

 А.В. Бильдюкевич

*Подпись А. В. Бильдюкевича
удостоверю.*



Г. М. Живар
Чевар)