



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Иркутский государственный университет»**  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета  
доц. Вильмс А.И. / Вильмс А.И./  
«16» мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Химия и технология мономеров (факультатив)**

Научная специальность 1.4.7 **Высокомолекулярные соединения**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК химического факультета  
протокол № 4 от «13» мая 2024 г.  
Председатель УМК Вильмс А.И. / Вильмс А.И./

Программа рассмотрена на заседании кафедры  
теоретической и прикладной органической  
химии и полимеризационных процессов  
«10» мая 2024 г. Протокол № 9  
Зав. кафедрой Кижняев В.Н. / Кижняев В.Н./

**Иркутск 2024 г.**

## Содержание

- 1 Цели и задачи дисциплины.
- 2 Требования к результатам освоения дисциплины
- 3 Объем дисциплины и виды учебной работы
- 4 Содержание дисциплины.
  - 4.1 Содержание разделов и тем дисциплины
  - 4.2. Разделы и темы дисциплины и виды занятий
  
  - 4.3 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
- 5 Примерная тематика курсовых проектов (при наличии)
- 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:
  - а) основная литература;
  - б) дополнительная литература;
  - в) программное обеспечение;
  - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
- 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины.
- 8 Образовательные технологии.
- 9 Оценочные средства. (ОС).

### 1. Цели и задачи дисциплины:

В процессе обучения аспирант должен приобрести профессиональную компетентность, определяемую как совокупность теоретических и практических навыков и умений, полученных при освоении курса «Химия и технология мономеров»: знания о классификации мономеров, методах их получения, включая технологические аспекты промышленного производства, методах переработки мономеров в полимерные соединения.

**Цель дисциплины** – дать представление об основных синтетических подходах промышленного получения мономеров и способах их переработки в полимерные соединения методами полимеризации и поликонденсации.

**Задачи дисциплины** - аспиранты должны познакомиться с основами промышленного производства наиболее важных мономеров: олефинов, галогенсодержащих мономеров, стирола, винилацетата, (мет)акрилатов, диолов, диаминов, дикарбоновых кислот, диизоцианатов, мономеров для фенопластов. В курсе даются представления о способах промышленного получения полиолефинов, поливинилхлорида, полистирола, поливинилацетата, полиметилметакрилата, полиакрилонитрила, полиамидов, полиэфиров, полиуретанов и фенопластов.

### 2. Требования к результатам освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основы науки о полимерах и области ее практического использования, современные представления о полимерном состоянии, как особой форме существования веществ, основные физические и химические проявления качественных отличий от низкомолекулярных веществ;
- основные подходы синтеза высокомолекулярных соединений.

**Уметь:**

- анализировать литературные и экспериментальные данные.
- логически мыслить.

**Владеть навыками:**

- использования химического и физико-математического аппарата, необходимого для профессиональной деятельности;
- практическими навыками синтеза, модификации, исследования физико-химических свойств и структуры.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Курсы			
		1	2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16		16		
В том числе:					
Лекции	8		8		
Практические занятия (ПЗ)	8		8		
Семинары (С)					

Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	18		18		
КРПА	2		2		
Общая трудоемкость	часы	36	36		
	зачетные единицы	1	1		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

**Введение.** Что такое мономеры? Классификация мономеров по способам синтеза высокомолекулярных соединений. Мономеры для полимеризации: радикальной, катионной, анионной. Мономеры для поликонденсации и полиприсоединения. Откуда берутся мономеры? Нефть и газ, как основные первичные источники мономеров

4.1.1. **Мономеры для полимеризационного подхода синтеза полимеров.** Виниловые мономеры. Способы формирования винильной группы.

4.1.2. **Олефины.** Основные способы получения низших олефинов. Общие сведения о пиролизе нефтепродуктов. Химизм процесса пиролиза. Каталитический крекинг нефтепродуктов. Химизм каталитического крекинга. Промышленные методы получения этилена: пиролиз, дегидрирование этана, дегидратация этанола. Промышленные методы получения пропилена: крекинг, синтез Фишера-Тропша, дегидрирование пропана. Бутилены. Выделение бутилена-1 и изобутилена из продуктов деструктивной переработки нефтепродуктов. Синтетические способы получения изобутилена. Полимеризация олефинов. Полимеризация этилена при высоком, среднем и низком давлении. Получение полипропилена. Катионная полимеризация изобутилена.

4.1.3. **Галогенсодержащие мономеры** (винилхлорид, винилиденхлорид, хлоропрен, тетрафторэтилен). Сбалансированный метод синтеза винилхлорида на основе этилена и его модификации. Производство винилхлорида из этана и ацетилен. Получение винилиденхлорида из винилхлорида. Синтез хлоропрена из ацетилен и из бутадиена. Получение тетрафторэтилена из дифторхлорметана и из трифторметана. Полимеризация винилхлорида: в массе, в растворе, в суспензии и эмульсии. Полимеризация других галогенсодержащих мономеров.

4.1.4. **Стирол.** Получение стирола посредством реакций дегидрирования и окисления этилбензола, метатезиса этилена со стильбеном и каталитической циклодимеризации бутадиена. Полимеризация стирола в массе по непрерывной схеме, в суспензии и эмульсии.

4.1.5 **Винилацетат.** Синтез винилацетата из этилена и уксусной кислоты (жидкофазный и парофазный методы), из ацетилен и уксусной кислоты, из ацетальдегида и уксусного ангидрида. Полимеризация винилацетата в растворе, эмульсии и суспензии.

4.1.6. **(Мет)акрилаты.** Получение акрилонитрила из этилена, пропилена, ацетилен, ацетальдегида. Синтез акриламида. Промышленные способы производства метилметакрилата: из ацетона и циангидрина, трет-бутанола, изобутилена. Полимеризация (мет)акрилатов.

4.1.7. **Мономеры для поликонденсационного подхода получения полимеров.** **Мономеры для полиамидов.** Получение  $\epsilon$ -капролактама из бензола и толуола. Основные стадии синтеза капролактама. Фотохимический подход к синтезу капролактама. Полимеризация  $\epsilon$ -капролактама: гидролитическая и анионная. Получение адипиновой кислоты из циклогексана, циклогексанона и фенола. Синтез гексаметилендиамина из адипиновой кислоты, бутадиена, акрилонитрила. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.

4.1.8. **Мономеры для синтеза полиуретанов.** Получение диизоцианатов (общие представления). Синтез толуилендиизоцианатов, 4,4'-дифенилметилендиизоцианата, гексаметилендиизоцианата. Синтез полиолов: этиленгликоль и глицерин. Получение полиуретанов.

4.1.9. **Мономеры для фенопластов.** Синтез формальдегида окислительным дегидрированием метанола и окислением низших алканов и природных газов. Получение фенолов: выделение из продуктов переработки угля и нефти, синтез фенолов через сульфирование и хлорирование бензола, кумольный метод. Прямое окисление бензола в фенол. Производство фенол-формальдегидных смол.

#### 4.2. Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий

№	Темы, разделы	Всего часов	Виды подготовки		Самост. работа аспирантов
			Лекции	Практические занятия	
1	Что такое мономеры? Классификация мономеров (мономеры для полимеризационного и поликонденсационного способов синтеза полимеров).	1	1	-	
2	Мономеры для полимеризации. Олефины. Промышленные подходы получения олефинов.	4	1	1	2
3	Этилен, пропилен, бутен-1, изобутилен. Промышленные способы полимеризации олефинов.	4	1	1	2
4	Галогенсодержащие мономеры (винилхлорид, винилиденхлорид, хлоропрен, тетрафторэтилен), способы получения и полимеризации	4	1	1	2
5	Стирол. Промышленные методы производства и переработки в полистирол.	4	1	1	2
6	Винилацетат. Промышленные методы производства и переработки в поливинилацетат.	4	1	1	2
7	(Мет)акриловые мономеры: акрилонитрил, акриламид, метилметакрилат. Получение и полимеризация. Органическое стекло.	4	1	1	2
8	Мономеры для поликонденсации. Мономеры для полиамидов: капролактam, адипиновая кислота	4	1	1	2
9	Мономеры для получения	2			2

	полиуретанов. Синтез диизоцианатов и диолов.				
10	Мономеры для фенолоальдегидных полимеров: фенолы и формальдегид.	10		1	2
	ВСЕГО (часы)	36	8	8	18

### 4.3. Перечень семинарских занятий

№ п/п	№ темы дисциплины	Наименование семинара	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	4.1.1.	Мономеры для полимеризации. Олефины. Промышленные подходы получения олефинов	1	Коллоквиум
2.	4.1.2.	Промышленные способы полимеризации олефинов.	1	Контрольная работа
3.	4.1.3.	Галогенсодержащие мономеры	1	Устное собеседование
4.	4.1.4.	Стирол.	1	Коллоквиум
5.	4.1.5.	Винилацетат.		Коллоквиум
6.	4.1.6.	(Мет)акриловые мономеры.	1	Коллоквиум
7.	4.1.7.	Мономеры для поликонденсационного подхода получения полимеров. <i>Мономеры для полиамидов.</i>	1	Контрольная работа
8.	4.1.8.	<i>Мономеры для синтеза полиуретанов.</i>	1	Контрольная работа
9.	4.1.9.	<i>Мономеры для фенопластов.</i>	1	Коллоквиум

**5. Примерная тематика рефератов, докладов, проектов (при наличии); перечень вопросов к зачетам, экзаменам и т.п.: не предусмотрены**

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

**а) Основная литература**

- 1. Шишенок М. В.**Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] / М. В. Шишенок. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 535 с. - **Режим доступа:** <http://ibooks.ru/reading.php?productid=28151> (<http://ibooks.ru/product.php?productid=28151>). - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - **ISBN** 978-985-06-1666-1 :

2. **Реутов О. А.** Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обуч. по направл. и спец. "Химия" : в 4 ч. / О. А. Реутов. - 4-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012 - (Классический университетский учебник) . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-611-**Ч. 2.** - 2012. - ISBN 978-5-9963-0809-5 :
3. **Реутов О. А.** Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обуч. по направл. и спец. "Химия" : в 4 ч. / О. А. Реутов. - 3-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012 (Классический университетский учебник) . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-611-**Ч. 3.** - 2012. - ISBN 978-5-9963-1099-9:
4. **Штильман, М. И.** Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения [Электронный ресурс] / М. И. Штильман. - Москва: Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2016. - **Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=70693](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70693). - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неорганич. доступ. - ISBN 978-5-93208-198-3 : Б. ц.
5. **Соколов Р. С.** Химическая технология [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / Р. С. Соколов. - М.: Владос. - ISBN 5-691-00355-0.**Т. 2** : Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов. - 2003. - 448 с. : ил ; 22 см. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 443-444. - ISBN 5-691-00357-7 : всего 31
6. **Островский Г. М.** Методы оптимизации химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. М. Островский. - ЭВК. - М. : Университет, 2007. - 425 с. - **Режим доступа:** . - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-98227-343-7 :

#### **б) Дополнительная литература**

1. **Семчиков Ю. Д.** Введение в химию и физику полимеров [Текст] : учеб. пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Д. Зайцев ; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 2007. - 257 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 255. - ISBN 978-5-91326-052-9 : - 2 экз.
2. **Семчиков Ю. Д.** Высокомолекулярные соединения [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 011000 "Химия" и напр. 510500 "Химия" / Ю. Д. Семчиков. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2005. - 368 с. : ил. ; 24 см. - (Высшее профессиональное образование : естественные науки). - Библиогр.: с. 363. - ISBN 5-7695-1928-2 : - 19 экз.
3. **Лейкин Ю. А.** Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] / Ю. А. Лейкин. - 3-е изд. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 416 с. : ил., табл. ; 22. - (Учебник для высшей школы). - **Режим доступа:** [https://e.lanbook.com/book/70769#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/70769#book_name). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9963-2935-9 :

#### **Интернет-источники:**

<http://polymer.nglib.ru>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

### Оборудование

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Персональные компьютеры	3
2.	Мультимедийный проектор	1
3.	Таблицы-схемы	12

### 8. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные, так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы обучения: индивидуальные и парные формы работы в рамках технологии укрепления дидактических единиц, объяснительно-иллюстративного обучения с элементами проблемного изложения, интегративно-модульная технология, самостоятельная работа, лабораторная работа, лекции, презентации, тренинги, консультация, кейс-метод и т. д.

### 9. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 9.1 Оценочные средства текущего контроля:

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации разработан ФОС, включающий тематику заданий и примерный перечень вопросов к зачету.

#### 9.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация (*зачет*) может проводиться в форме устного собеседования или в виде тестовых заданий с открытыми вопросами.

#### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Классификация мономеров по способам синтеза высокомолекулярных соединений: мономеры для полимеризации, поликонденсации и полиприсоединения.
2. Виниловые мономеры. Способы формирования винильной группы.
3. Основные способы получения низших олефинов: пиролиз и крекинг нефтепродуктов.
4. Промышленные методы получения этилена: пиролиз, дегидрирование этана, дегидратация этанола.
5. Промышленные методы получения пропилена: крекинг, синтез Фишера-Тропша, дегидрирование пропана.
6. Бутилены. Выделение бутилена-1 и изобутилена из продуктов деструктивной переработки нефтепродуктов. Синтетические способы получения изобутилена.
7. Полимеризация олефинов. Полимеризация этилена при высоком, среднем и низком давлении.
8. Полимеризация пропилена и изобутилена.
9. Сбалансированный метод синтеза винилхлорида на основе этилена и его модификации. Производство винилхлорида из этана и ацетилена.
10. Получение винилиденхлорида из винилхлорида. Синтез хлоропрена из ацетилена и из бутадиена. Получение тетрафторэтилена из дифторхлорметана и из трифторметана.
11. Полимеризация галогенсодержащих мономеров: в массе, в растворе, в суспензии и эмульсии.



12. Получение стирола посредством реакций дегидрирования и окисления этилбензола, метатезиса этилена со стильбеном и каталитической циклодимеризации бутадиена.
13. Полимеризация стирола в массе по непрерывной схеме, в суспензии и эмульсии.
14. Винацетат. Синтез винацетата из этилена, ацетилен и уксусной кислоты, из ацетальдегида и уксусного ангидрида.
15. Полимеризация винацетата в растворе, эмульсии и суспензии.
16. Получение акрилонитрила из этилена, пропилена, ацетилен, ацетальдегида. Синтез акриламида.
17. Промышленные способы производства метилметакрилата: из ацетона и циангидрина, трет-бутанола, изобутилена.
18. Полимеризация (мет)акрилатов.
19. Получение  $\epsilon$ -капролактама из бензола и толуола. Основные стадии синтеза капролактама. Фотохимический подход к синтезу капролактама.
20. Полимеризация  $\epsilon$ -капролактама: гидролитическая и анионная.
21. Получение адипиновой кислоты из циклогексана, циклогексанона и фенола. Синтез гексаметилендиамина из адипиновой кислоты, бутадиена, акрилонитрила. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.
22. Получение диизоцианатов (общие представления). Синтез толуилендиизоцианатов, 4,4'-дифенилметилендиизоцианата, гексаметилендиизоцианата.
23. Синтез полиолов: этиленгликоль и глицерин. Получение полиуретанов.
24. Синтез формальдегида окислительным дегидрированием метанола и окислением низших алканов и природных газов.
25. Получение фенолов: выделение из продуктов переработки угля и нефти, синтез фенолов через сульфирование и хлорирование бензола, кумольный метод. Прямое окисление бензола в фенол.
26. Производство фенолформальдегидных смол.

Разработчик: профессора кафедры органической химии химического факультета ИГУ,

д-р хим. наук, профессор



В.Н. Кижняев

д-р хим. наук, профессор



А.И Смирнов

Программа рассмотрена на заседании кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений

«10» мая 2024 г. Протокол №9

Зав. кафедрой, профессор



В.Н. Кижняев