



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Химический факультет  
Кафедра теоретической и прикладной органической химии и  
полимеризационных процессов

УТВЕРЖДАЮ  
декан, А.Г. Пройдаков  
«04» апреля 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Индекс дисциплины по УП: **Б1.В.ДВ.2.1**

Наименование дисциплины: **«Химия и технология мономеров»**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**04.06.01 «Химические науки»**

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры): **Высокомолекулярные соединения**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК  
химического факультета

Протокол № 5 от «04» апреля 2018 г.

Председатель \_\_\_\_\_  
Пройдаков А.Г.

Рекомендовано кафедрой теоретической и  
прикладной органической химии и  
полимеризационных процессов

Протокол № 4 от «06» марта 2018 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Эдельштейн О.А.

Иркутск 2018 г.

## Содержание

	Стр.
1 Цели и задачи дисциплины.	3
2 Место дисциплины в структуре ООП	3
3 Требования к результатам освоения дисциплины	3
4 Объем дисциплины и виды учебной работы	4
5 Содержание дисциплины.	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины	5
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с последующими дисциплинами	6
5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий	7
6 Перечень практических занятий	8
7 Примерная тематика курсовых проектов	9
8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	10
а) федеральные законы и нормативные документы;	
б) основная литература;	
в) дополнительная литература;	
г) программное обеспечение;	
д) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9 Материально-техническое обеспечение дисциплины.	10
10 Образовательные технологии.	10
11 Оценочные средства. (ОС).	10

### **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. Место дисциплины в структуре ООП.**

В учебном плане аспирантов направления 04.06.01 Химические науки дисциплина «Химия и технология мономеров» относится к вариативной части профессионального цикла Б1.В.ДВ.2.1. Данная дисциплина является составной частью подготовки высококвалифицированных аспирантов в области органической химии. Для успешного овладения материалом курса необходимы знания всех основных курсов химических дисциплин. Курс «Химия и технология мономеров» целесообразно считать обобщающим для аспирантов, специализирующихся в области органической химии.

Для освоения дисциплины «Химия и технология мономеров» обучающиеся используют знания, умения, практические навыки, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения предметов на предыдущем уровне образования (магистратура).

Освоение дисциплины «Химия и технология мономеров» является необходимой основой для последующего углублённого изучения дисциплин по учебному плану - курсов по выбору аспирантов, для выполнения диссертационной работы.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины.**

3.1 Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

- ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

3.1 Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

- УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

3.2 Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- ПК-1 уметь собирать и анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования и самостоятельно составлять план исследования в рамках выбранного направления подготовки;

- ПК-2 самостоятельно определять перечень необходимых инструментальных методов исследования, используемых при выполнении диссертационной работы по выбранному направлению подготовки; современные способы обработки и интерпретации получаемых результатов; представлять возможности и ограничения методов;

•ПК-5 представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций, иметь опыт профессионального участия в научных дискуссиях, уметь выстраивать логику рассуждений и формулировать обоснованные заключения.

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.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Курсы			
		1	2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48/1,3		48		
В том числе:	-		-	-	-
Лекции	24/0,65		24		
Практические занятия (ПЗ)	24/0,65		24		
Семинары (С)	-		-		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	60/1,7		60		
Зачет с оценкой	+		+		
Общая трудоемкость часы зачетные единицы	108		108		
	3		3		

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**5.1. 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 (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

**5.1.1. Мономеры для полимеризационного подхода синтеза полимеров.** Виниловые мономеры. Способы формирования винильной группы. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

**5.1.2. 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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.3. **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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.4. **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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.5 **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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.6. **(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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.7. **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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.8. **Мономеры для синтеза полиуретанов**. Получение диизоцианатов (общие представления). Синтез толуилендиизоцианатов, 4,4'-дифенилметилендиизоцианата, гексаметилендиизоцианата. Синтез полиолов: этиленгликоль и глицерин. Получение полиуретанов. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

5.1.9. **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. Формируемые компетенции (ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

## 5.2. Распределение часов по темам и видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных ед., 108 час.

№	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).	8	2	-	6
2	Мономеры для полимеризации. Олефины.	12	2	4	6

	Промышленные подходы получения олефинов.				
3	Этилен, пропилен, бутен-1, изобутилен. Промышленные способы полимеризации олефинов.	10	2	2	6
4	Галогенсодержащие мономеры (винилхлорид, винилиденхлорид, хлоропрен, тетрафторэтилен), способы получения и полимеризации	10	2	2	6
5	Стирол. Промышленные методы производства и переработки в полистирол.	10	2	2	6
6	Винилацетат. Промышленные методы производства и переработки в поливинилацетат.	10	2	2	6
7	(Мет)акриловые мономеры: акрилонитрил, акриламид, метилметакрилат. Получение и полимеризация. Органическое стекло.	12	2	4	6
8	Мономеры для поликонденсации. Мономеры для полиамидов: капролактam, адипиновая кислота	14	4	4	6
9	Мономеры для получения полиуретанов. Синтез диизоцианатов и диолов.	12	4	2	6
10	Мономеры для фенолоальдегидных полимеров: фенолы и формальдегид.	10	2	2	6
	ВСЕГО (часы)	108	24	24	60

#### 6. Перечень семинарских занятий

№ п/п	№ темы дисциплины	Наименование семинара	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
	5.1.1.	Мономеры для полимеризации. Олефины. Промышленные подходы получения олефинов	4	Коллоквиум	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
2.	5.1.2.	Промышленные способы полимеризации олефинов.	2	Контрольная работа	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
3.	5.1.3.	Галогенсодержащие мономеры	2	Устное собеседование	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
4.	5.1.4.	Стирол.	2	Коллоквиум	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
5.	5.1.5.	Винилацетат.		Коллоквиум	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

6.	5.1.6.	(Мет)акриловые мономеры.	4	Коллоквиум	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
7.	5.1.7.	Мономеры для поликонденсационного подхода получения полимеров. <i>Мономеры для полиамидов.</i>	4	Контрольная работа	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
8.	5.1.8.	<i>Мономеры для синтеза полиуретанов.</i>	4	Контрольная работа	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).
9.	5.1.9.	<i>Мономеры для фенопластов.</i>	2	Коллоквиум	(ОПК-1, УК-1, ПК-1, 2, 5).

### **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 ацетилен.
10. Получение винилиденхлорида из винилхлорида. Синтез хлоропрена из ацетилен 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, пропилен, 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 фенол-формальдегидных смол.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

### а) Основная литература

1. **Шишенок М. В.** Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] / М. В. Шишенок. - Минск :Высшая 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. : Бинوم. 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. : Бинوم. 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". - Неогранич. 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>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Оборудование

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

### 10. 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.

### 11. Оценочные средства:

Форма итогового контроля – проведение семинарских занятий и подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Высокомолекулярные соединения», зачет.

### Разработчик:

\_\_\_\_\_ д-р хим. наук, профессор Кижняев В.Н.

\_\_\_\_\_ д-р хим. наук, профессор Смирнов А.И.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов химического факультета

«06» марта 2018 г. Протокол № 4

Зав. кафедрой, доцент Эдельштейн Эдельштейн О.А.

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения факультета-разработчика программы.*

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2019/2020 учебный год**

К рабочей программе **Б1.В.ДВ.1.1** дисциплины «**Химия и технология мономеров**» по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) **Высокомолекулярные соединения**

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:

*Нет дополнений*

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

*Нет изменений*

Изменения одобрены Ученым советом химического факультета, протокол № 5 от 17.06.2019 г.

Зав. кафедрой теоретической и  
прикладной органической  
химии и полимеризационных  
процессов



/О.А.Эдельштейн /