



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИРКУТСКИЙ ИНСТИТУТ ХИМИИ им. А.Е. ФАВОРСКОГО  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор, д.х.н.  **А.В. Иванов**  
«31» мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы синтеза и химии мономеров**

основная образовательная программа –  
программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки,  
профиль Химия элементоорганических соединений

Квалификация: Исследователь.  
Преподаватель-исследователь.

Год набора: 2018

Иркутск 2018

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (утвержден Приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 869)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании Ученого совета ИрИХ СО РАН протокол № 7 от 30 мая 2018 г.

Начальник отдела аспирантуры к.х.н.



Н.Н. Трофимова

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Рассматриваемая дисциплина относится к факультативным дисциплинам при подготовке аспирантов, обучающихся по профилю Химия элементоорганических соединений.

**Целью изучения дисциплины** является приобретение фундаментальных знаний и практических навыков, необходимых для профессиональной научно-исследовательской, инновационной и образовательной деятельности в области синтеза и химии мономеров для полимеризационных процессов и в смежных областях науки; формирование обобщающей теоретической базы для изучения фундаментальных основ синтеза мономеров и на их основе высокомолекулярных соединений.

### Задачи:

- формирование у обучающихся современных представлений о методах получения и свойствах базовых мономеров, используемых в синтезе полимеров;
- освоение теоретических основ синтетической химии высокомолекулярных соединений, ее роли и значимости в сопоставлении с другими химическими науками;
- формирование глубокого понимания генетической зависимости химии высокомолекулярных соединений, органической и элементоорганической химии;
- освоение методов планирования эксперимента и обработки собственных исследований;
- обучение умению систематизировать и обобщать результаты собственных исследований в сопоставлении с известными литературными данными;
- обучение умению оформлять результаты собственных исследований в виде публикаций, отчетов, докладов;
- освоение методики преподавания химии.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

2.1. Учебная дисциплина ФТД.2 «Основы синтеза и химии мономеров» входит в вариативную часть междисциплинарного профессионального модуля ООП.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ИрИХ СО РАН, прошедших обучение по программе магистров или специалистов, прослушавших соответствующие курсы и имеющих по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных в учебных программах указанных уровней. Для освоения дисциплины «Основы синтеза и химии мономеров» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Химия высокомолекулярных соединений;
- Органическая химия;
- Элементоорганическая химия;
- Физико-химические методы анализа;
- Физическая химия;

- Неорганическая химия;
- Химическая технология;
- Строение вещества.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Основы синтеза и химии мономеров» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль Химия элементоорганических соединений:

#### **Общепрофессиональные компетенции:**

- Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

#### **Профессиональные компетенции:**

- Умение применять физико-химические методы исследования структуры для изучения структуры элементоорганических соединений, знание основ квантово-химического моделирования строения молекул и реакционной способности вещества (ПК-4).

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

#### **Знать:**

- закономерности строения, методы получения, химические свойства и основные направления практического использования основных классов мономеров;
- типовые методы и современные методологии синтеза полимеров, используемые реагенты и оборудование;
- механизмы химических реакций в химии высокомолекулярных веществ и их прекурсоров, подходы и методы изучения механизмов;
- влияние строения на реакционную способность и физико-химические свойства полимеров и их прекурсоров;
- физико-химические методы исследования строения органических соединений, высокомолекулярных соединений и реакций синтеза и модификации полимеров;
- современную периодическую литературу (журналы) и электронные базы данных по химии высокомолекулярных соединений, методы поиска информации о свойствах и синтезе мономеров и полимеров;
- роль и место синтетической химии полимеров в системе фундаментальных химических наук и производстве современной инновационной продукции.

#### **Уметь:**

- выбирать методы и реагенты для осуществления направленного синтеза мономеров и, далее, полимеров на их основе;
- проводить разделение реакционных смесей, определять состав и строение продуктов реакций с помощью химических и физико-химических методов;
- осуществлять поиск методов получения и свойств высокомолекулярных соединений и их прекурсоров с использованием современных баз данных и поисковых систем;
- проводить моделирование химических реакций с использованием полуэмпирических и неэмпирических квантово-химических методов.

#### **Иметь опыт:**

- планирования и проведения синтеза мономеров и полимеров на их основе;
- очистки, идентификации и определения строения полимеров и их прекурсоров с использованием химических и физико-химических методов;
- моделирования свойств веществ и параметров реакций с использованием квантово-химических методов;
- написания научных отчетов, статей, проектов.

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

##### 4.1. Структура дисциплины

| № | Наименование дисциплины          | Объем учебной работы, ч |                 |               |      |        |     |                | Вид итогового контроля |
|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|------|--------|-----|----------------|------------------------|
|   |                                  | Всего                   | Всего аудиторн. | Из аудиторных |      |        |     | Самост. Работа |                        |
|   |                                  |                         |                 | Лекц.         | Лаб. | Практ. | КСР |                |                        |
| 1 | Основы синтеза и химии мономеров | 144                     | 27              | 27            | -    | -      | -   | 117            | Зачет                  |

##### 4.2. Содержание дисциплины

###### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №                   | Наименование разделов и тем                                                          | Виды учебной работы и трудоемкость, ч |           |      |       |            |     | Формы текущего контроля успеваемости |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|------|-------|------------|-----|--------------------------------------|
|                     |                                                                                      | Всего                                 | Лекц.     | Лаб. | Практ | СР         | КСР |                                      |
| 1                   | Основные технологические процессы производства базового сырья для синтеза мономеров. | 48                                    | 9         | -    | -     | 39         | -   | Устный групповой опрос               |
| 2                   | Мономеры для процессов полимеризации.                                                | 48                                    | 9         | -    | -     | 39         | -   | Устный групповой опрос               |
| 3                   | Мономеры для процессов поликонденсации.                                              | 48                                    | 9         | -    | -     | 39         | -   | Устный групповой опрос               |
| <b>Всего часов:</b> |                                                                                      | <b>144</b>                            | <b>27</b> | -    | -     | <b>117</b> | -   |                                      |

###### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

| № | Наименование раздела дисциплины                                                      | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                            | Формы проведения занятий                 |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | Основные технологические процессы производства базового сырья для синтеза мономеров. | 1.1. Процессы переработки нефти.<br>1.2. Процессы переработки угля и газа.                                                                                                                                                                           | Лекции, семинары, самостоятельная работа |
| 2 | Мономеры для процессов полимеризации.                                                | 2.1. Олефиновые мономеры.<br>2.2. Галогенсодержащие мономеры.<br>2.3. Виниловые мономеры с ароматическими и гетероциклическими заместителями.<br>2.4. Акриловые мономеры.<br>2.5. Спирты и виниловые эфиры.<br>2.6. Мономеры для простых полиэфиров. | Лекции, семинары, самостоятельная работа |
| 3 | Мономеры для процессов поликонденсации.                                              | 3.1. Мономеры для сложных полиэфиров.<br>3.2. Мономеры для полиамидов.<br>3.3. Мономеры для полиимидов.                                                                                                                                              | Лекции, семинары, самостоятельная работа |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | 3.4. Мономеры для полиуретанов.<br>3.5. Мономеры для поликарбонатов.<br>3.6. Мономеры для феноло- и аминок-<br>альдегидных полимеров.<br>3.7. Кремнийорганические мономеры.<br>3.8. Металлсодержащие и неорганические<br>мономеры. |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## **5. Образовательные технологии**

1. Активные образовательные технологии: лекции, семинары и практические работы.
2. Сопровождение лекций визуальными материалами в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий, проецируемых на экран с помощью видеопроектора.
3. Проведение практических работ в лабораториях, участие обучающихся в научной работе и выполнении исследовательских проектов.
4. Использование специального программного обеспечения и Интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

Виды самостоятельной работы:

в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

## **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

### **7.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО).

Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

### **7.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Основы синтеза и химии мономеров». Форма аттестации – дифференцированный зачет.

## **Контрольные вопросы к зачету:**

1. Основные технологические процессы производства базового сырья для синтеза мономеров
  - 1.1. Процессы переработки нефти.

Термодеструктивные процессы. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Висбрекинг. Термический крекинг. Термоконтактный крекинг. Пиролиз нефтяного сырья. Другие методы пиролиза. Коксование.

Каталитические процессы. Каталитический крекинг. Катализаторы процесса крекинга. Каталитический риформинг. Превращения алканов и циклоалканов. Превращения ароматических углеводородов. Гидрокрекинг. Алкилирование. Изомеризация алканов.

#### 1.2. Процессы переработки угля и газа.

Газификация угля. Автотермические процессы. Газификация в «кипящем» слое. Гидрогенизация угля. Переработка природных и попутных газов и газового конденсата. Переработка природных газов. Переработка газового конденсата.

### 2. Мономеры для процессов полимеризации

#### 2.1. Олефиновые мономеры

Низшие олефины. Получение этилена. Получение пропилена. Получение бутена-1. Получение изобутилена. Высшие олефины. Получение высших олефинов димеризацией и содимеризацией олефинов. Димеризация н-бутенов. Содимеризация пропилена и н-бутенов. Диспропорционирование олефинов. Синтез изопентенов. Получение высших олефинов из синтез-газа. Циклоолефины. Получение циклоолефинов. Синтез цикlopентена. Синтез циклогексена. Синтез норборнена. 2.4. Диеновые мономеры. Бутадиен-1,3. Изопрен. Диеновые мономеры для получения этилен-пропилен-диеновых каучуков. Получение несопряженных диенов. Синтез дициклопентадиена. Синтез гексадиена-1,4. Синтез циклооктадиена-1,5. Получение производных норборнена.

#### 2.2. Галогенсодержащие мономеры

Хлорсодержащие мономеры. Получение винилхлорида. Получение винилиденхлорида. Получение хлоропрена. Получение эпихлоргидрина. Фторсодержащие мономеры. Теоретические основы процессов фторирования. Фторирующие агенты. Получение винилфторида. Получение винилиденфторида. Получение перфторпроизводных углеводородов.

#### 2.3. Виниловые мономеры с ароматическими и гетероциклическими заместителями

Стирол и его производные. Винилпиридины. N-Винилпирролидон. N-Винилкарбазол. Другие виниловые мономеры.

#### 2.4. Акриловые мономеры

Акрилонитрил. Акриламид. Акриловая кислота. Метакриловая кислота. Акрилаты. Метакрилаты. Получение других алкилметакрилатов. Олигоэфиракрилаты.

#### 2.5. Спирты и виниловые эфиры

Поливиниловый и аллиловый спирты. Основы процессов винилирования. Простые виниловые эфиры. Сложные виниловые эфиры. Виналацетат. Производные поливинилового спирта – поливинилацетаты.

#### 2.6. Мономеры для простых полиэфиров

Формальдегид. Этиленоксид. Пропиленоксид. Фениленоксид. Аллилглицидиловый эфир. Эпихлоргидрин. Сульфоны.

### 3. Мономеры для реакций поликонденсации

#### 3.1. Мономеры для сложных полиэфиров.

Терефталевая кислота и диметилтерефталат. Малеиновый ангидрид. Фталевый ангидрид. Фумаровая кислота. Дихлормалеиновая и дихлорфумаровая кислоты и их производные. Нафталин-2,6-дикарбоновая кислота. Тиофен-2,5-дикарбоновая кислота. Получение дихлорфумаровой кислоты и ее ангидрида. Азелаиновая кислота. Диолы. Получение этиленгликоля. Получение пропандиола-1,2. Получение бутандиола-1,4.

#### 3.2. Мономеры для полиамидов.

Получение капролактама. Получение валеролактама. Получение 7-аминогептановой кислоты. Получение каприлолактама. Получение 9-аминононановой кислоты. Получение 11-аминоундекановой кислоты. Получение лауролактама. Получение α-пирролидона. Мономеры для полиамидов, получаемых поликонденсацией дикарбоновых кислот и диаминов. Получение адипиновой кислоты. Получение адипонитрила. Получение

гексаметилендиамин. Получение м-ксилилендиамина. Получение волокнообразующих полиамидов на основе пробковой кислоты и 1,4-диаминометилциклогексана. Получение волокнообразующих полиамидов на основе декандикарбоновой кислоты и 4,4'-диаминодициклогексилметана. Мономеры для полностью и гетероароматических ароматических полиамидов. Получение мономеров для полиамидов на основе пиперазина и двухосновных кислот.

### 3.3. Мономеры для полиимидов.

Пиромеллитовый диангидрид. Диангидриды дифенилтетракарбоновых кислот. Диангидриды нафталинтетракарбоновых кислот. Диангидриды бензофенон- и перилентетракарбоновых кислот. Ароматические диамины. Производные анилина.

### 3.4. Мономеры для полиуретанов.

Диамины. Диизоцианаты и изоцианаты. Полиолы и простые полиэфиры.

### 3.5. Мономеры для поликарбонатов.

Бисфенолы. Дифенилкарбонат. Бисфенол S. Резорцин. Циклокарбонаты.

### 3.6. Мономеры для феноло- и amino-альдегидных полимеров.

Мономеры для феноло-альдегидных полимеров. Мономеры для карбамино-альдегидных полимеров.

### 3.7. Кремнийорганические мономеры.

Методы получения кремнийорганических мономеров. Органохлорсиланы. Получение кремнийорганических мономеров химическими превращениями органохлорсиланов. Мономеры для силоксановых каучуков. Мономеры для модифицированных силоксановых каучуков. Мономеры для поликремнийуглеводородов – селективно проницаемых полимеров.

### 3.8. Металлсодержащие и неорганические мономеры.

Мономеры для серосодержащих полимеров. Фосфазены (фосфонитрилы). Борсодержащие мономеры. Азотсодержащие мономеры. Металлсодержащие мономеры и полимеры на их основе.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. – М.: Лань, 2013. – 512 с.
2. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 567 с.
3. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 623 с.
4. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 544 с.
5. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 726 с.
6. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза. Учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 750 с.
7. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 1 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 368 с.
8. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 2 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 517 с.
9. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 3 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 388 с.
10. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия / К. Эльшенбройх. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 750 с.

### Дополнительная литература

1. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. – М.: Лань, 2012. – 464 с.
2. Гонсалвес, К. Наноструктуры в биомедицине / К. Гонсалвес, К. Хальберштадт, К. Лоренсин, Л. Наир – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 520 с.
3. Горшков, В. И. Основы физической химии / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 407 с.
4. Жауен, Ж. Биометаллоорганическая химия / Ж. Жауен. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 496 с.
5. Илиел, Э. Основы органической стереохимии / Э. Илиел. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 703 с.
6. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учебное пособие / Л. В. Коваленко. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 229 с.
7. Лау, А. К. Нано- и биоконпозиты / А. К. Лау, Ф. Хусейн, Х. Лафди. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 392 с.
8. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 365 с.
9. Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 557 с.
10. Солдатенков, А. Т. Пестициды и регуляторы роста: прикладная органическая химия / А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, А. Ле Туан. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 223 с.
11. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие / В. В. Старостин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 431 с.
12. Хельвинкель, Д. Систематическая номенклатура органических соединений / Д. Хельвинкель. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 232 с.
13. Чернова, С. В. Фармацевтическая химия: учебник для вузов / С. В. Чернова; под ред. Г. В. Раменской. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 472 с.
14. Юровская, М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений / М. А. Юровская. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 208 с.

### Электронные ресурсы

1. Котомин, С.В. Полимерные материалы и пластики — свойства и применение [Электронный ресурс]: методические указания / С.В. Котомин, О.И. Романко, Е.А. Якушева. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 48 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103310>. — Загл. с экрана.
2. Шишонок, М.В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.В. Шишонок. — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2012. — 535 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65688>. — Загл. с экрана.

### Интернет-ресурсы

- [Taylor & Francis](#) (журналы издательства)
- [American Chemical Society](#)
- [Thieme Chemistry](#)
- [Wiley Online Library](#)
- [Royal Society Chemistry](#)
- [Springer](#)
- [Sci Finder \(Chemical Abstracts Service\)](#)
- [Web of Science](#)
- [Реферативная база данных ГПНТБ СО РАН](#)
- [E-library](#)
- [ЭБС «Издательство «Лань»](#)



## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для освоения программы обучения и для выполнения научно-исследовательских работ по теме диссертации каждому аспиранту предоставлено индивидуальное рабочее место, оборудованное приточно-вытяжной вентиляцией, водопроводом, водоотведением, воздуховодом. При выполнении квалификационных и диссертационных работ аспиранты имеют возможность использовать материально-технические средства лабораторий (оргтехника, реактивы, расходные материалы, лабораторная посуда, измерительное оборудование и др.), а также имеют доступ к дорогостоящему оборудованию ИрИХ и Байкальского центра коллективного пользования СО РАН (цифровой мультаядерный Фурье-спектрометр ЯМР DPX-400, ЯМР-спектрометр AV-400 фирмы Bruker Bio-Spin, хроматомасс-спектрометр GCMS-QP5050A фирмы SHIMADZU, импульсный ЭПР-спектрометр Bruker ELEXSYS E580, инфракрасный Фурье-спектрометр IFS-25 фирмы Bruker, ИК-КР Фурье спектрометры Varian и Vertex-70 фирмы Varian, UV/VIS-спектрометр Lamda 35 фирмы Perkin Elmer, спектрофлуориметр LS55, изготовитель Perkin Elmer, порошковый дифрактометр D2 PHASER, монокристаллический дифрактометр D8 VENTURE и др.) Для проведения квантово-химических расчетов имеется вычислительный кластер 39Гц/112Гб/14Тб и необходимое программное обеспечение.