



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

« 24 » мая 2021 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 Высокомолекулярные соединения

Квалификация: Исследователь.  
Преподаватель-исследователь.

Год набора: 2021 г.

Иркутск

2021

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 № 5 от «27» мая 2021 г.

Начальник отдела аспирантуры к.х.н.



Н.Н. Трофимова

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Рассматриваемая дисциплина относится к основным дисциплинам при подготовке аспирантов, обучающихся по профилю Высокомолекулярные соединения.

**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, использующихся 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 Б1.В.ОД.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.

2.3. Освоение дисциплины «Основы синтеза и химии мономеров» необходимо при подготовке к государственной итоговой аттестации.

### 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 Высокомолекулярные соединения:

#### **Профессиональные компетенции**

- способность ставить и решать инновационные задачи в области методологических основ химии высокомолекулярных соединений, связанные с получением мономеров и полимеров, практическим применением, определением их строения и реакционной способности, умением работать с аппаратурой и приборами, предназначенными для исследований высокомолекулярных соединений (ПК-2);

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						Самост. работа	Вид итогового контроля
		Всего	Всего аудиторн.	Из аудиторных					
				Лекц.	Лаб.	Практ.	КСР		
1	Основы синтеза и химии мономеров	144	72	27	-	27	36	54	Диф.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	-	9	18	12-	Устный групповой опрос
2	Мономеры для процессов полимеризации.	48	9	-	9	18	12	Устный групповой опрос
3	Мономеры для процессов поликонденсации.	48	9	-	9	18	12	Устный групповой опрос
<b>Всего часов:</b>		<b>144</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>54</b>	<b>36</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. 1.2. Процессы переработки угля и газа.	Лекции, семинары, самостоятельная работа
2	Мономеры для процессов полимеризации.	2.1. Олефиновые мономеры. 2.2. Галогенсодержащие мономеры. 2.3. Виниловые мономеры с ароматическими и гетероциклическими заместителями. 2.4. Акриловые мономеры. 2.5. Спирты и виниловые эфиры. 2.6. Мономеры для простых полиэфиров.	Лекции, семинары, самостоятельная работа
3	Мономеры для процессов поликонденсации.	3.1. Мономеры для сложных полиэфиров. 3.2. Мономеры для полиамидов. 3.3. Мономеры для полиимидов.	Лекции, семинары, самостоятельная работа

	<p>3.4. Мономеры для полиуретанов.</p> <p>3.5. Мономеры для поликарбонатов.</p> <p>3.6. Мономеры для феноло- и аминокальдегидных полимеров.</p> <p>3.7. Кремнийорганические мономеры.</p> <p>3.8. Металлсодержащие и неорганические мономеры.</p>	
--	---	--

## **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 циклопентена. 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  $\alpha$ -пирролидона. Мономеры для полиамидов, получаемых поликонденсацией дикарбоновых кислот и диаминов. Получение адипиновой кислоты. Получение адиподинитрила. Получение

гексаметилендиамин. Получение м-ксилилендиамин. 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.

## Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования в рамках промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Показатели	Критерии оценивания	Средства оценивания
<b>Знать:</b> закономерности строения, методы получения, химические свойства и основные направления практического использования основных классов мономеров (ПК 2);	<i>низкий уровень:</i> имеет слабый уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями 35-40%	вопросы 1-3;
типичные методы и современные методологии синтеза полимеров, используемые реагенты и оборудование (ПК 2);	<i>средний уровень:</i> имеет хороший уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями 41-70%	вопросы 2-3;
механизмы химических реакций в химии высокомолекулярных веществ и их прекурсоров, подходы и методы изучения механизмов (ПК 2);	<i>высокий уровень:</i> имеет отличный уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями больше 71%	вопросы 1-3;
влияние строения на реакционную способность и физико-химические свойства полимеров и их прекурсоров (ПК 2);		вопросы 2-3;

физико-химические методы исследования строения органических соединений, высокомолекулярных соединений и реакций синтеза и модификации полимеров (ПК 2);		вопросы 2-3;
современную периодическую литературу (журналы) и электронные базы данных по химии высокомолекулярных соединений, методы поиска информации о свойствах и синтезе мономеров и полимеров (ПК 2);		вопросы 1-3;
роль и место синтетической химии полимеров в системе фундаментальных химических наук и производстве современной инновационной продукции (ПК 2).		вопросы 1-3;
<b>Уметь:</b> выбирать методы и реагенты для осуществления направленного синтеза мономеров и, далее, полимеров на их основе (ПК 2*);	<i>низкий уровень:</i> имеет слабый уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями 35-40%	вопросы 1-3;
проводить разделение реакционных смесей, определять состав и строение продуктов реакций с помощью химических и физико-химических методов (ПК 2);	<i>средний уровень:</i> имеет хороший уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями 41-70%	вопросы 1-3;
осуществлять поиск методов получения и свойств высокомолекулярных соединений и их прекурсоров с использованием современных баз данных и поисковых систем (ПК 2);	<i>высокий уровень:</i> имеет отличный уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями больше 71%	вопросы 1-3;
проводить моделирование химических реакций с использованием полуэмпирических и неэмпирических квантово-химических методов (ПК 2).		вопросы 1-3;
<b>Иметь опыт:</b> планирования и проведения синтеза мономеров и полимеров на их основе (ПК 2);	<i>низкий уровень:</i> имеет слабый уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями 35-40%	вопросы 1-3;
очистки, идентификации и определения строения полимеров и их прекурсоров с использованием химических и физико-химических методов (ПК 2);	<i>средний уровень:</i> имеет хороший уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями 41-70%	вопросы 1-3;
моделирования свойств веществ и параметров реакций с использованием квантово-химических методов (ПК 2);	<i>высокий уровень:</i> имеет отличный уровень теоретической и профессиональной подготовки, степень владения компетенциями больше 71%	вопросы 2-3;
написания научных отчетов, статей, проектов (ПК 2).		вопросы 1-3;

\* Жирным шрифтом выделены показатели, соответствующие **высокому уровню** сформированности компетенции



## 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. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза. Учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. – 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. 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.
9. 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.
10. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 365 с.
11. Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 557 с.
12. 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.
13. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие / В. В. Старостин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 431 с.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Хельвинкель, Д. Систематическая номенклатура органических соединений / Д. Хельвинкель. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 232 с.
18. Чернова, С. В. Фармацевтическая химия: учебник для вузов / С. В. Чернова; под ред. Г. В. Раменской. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 472 с.
19. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия / К. Эльшенбройх. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 750 с.
20. 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, воздухопроводом. 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 мультядерный 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.

Автор-составитель рабочей программы учебной дисциплины:

 / Жуменев В.Н.