

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Гаюровский  
01 » июня 2021 г.



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Металлоорганические соединения в промышленном и тонком синтезе

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Ильин А.В. (Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Antonilin.1989@mail.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- общие представления о металлоорганических соединениях переходных металлов, об основных принципах получения и методах исследования металлоорганических производных переходных металлов, реакций, в которые они вступают и наиболее важных для промышленного и тонкого органического синтеза химических реакций, катализаторами и прекатализаторами которых являются производные переходных металлов.
- понимать принципы строения и движущие силы образования и превращения металлоорганических соединений переходных металлов, принципы гомогенного металлокомплексного катализа.
- ориентироваться в вопросах синтеза и свойств основных типов металлоорганических соединений переходных металлов.

Должен уметь:

- определять факторы, ответственные за свойства металлоорганических соединений. Анализировать особенности химических и физических процессов при синтезе металлоорганических соединений переходных металлов и катализируемых ими реакций. Использовать новейшие концепции строения и реакционной способности синтезируемых соединений для управления их реакциями и предвидения синтетического результата.

Должен владеть:

- методами анализа строения и реакционной способности металлоорганических соединений переходных металлов.
- методами интерпретации экспериментальных результатов для установления механизмов реакций, знаниями в смежных областях химии - органической, неорганической, фармацевтической.
- основами физических методов исследования структуры молекул и их реакций.
- навыками самостоятельного планирования исследований по синтезу конкретных каталитических и металлоорганических систем и разбираться в свойствах соединений с которыми необходимо работать.
- техникой безопасности при работе с опасными веществами и быть аккуратным при работе с ними.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике, излагать в устной и письменной формах результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, сопоставлять их с достижениями мировой химической литературы, составлять научные рефераты по разделам и темам химии металлоорганических соединений переходных металлов, применяющихся для каталитической и стехиометрической активации органических и элементоорганических соединений.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.16.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. История металлоорганической химии	8	4	0	0	0	0	0	
2.	Тема 2. Электронное строение металлоорганических соединений переходных металлов	8	4	0	0	0	0	0	2
3.	Тема 3. Типы лигандов в металлоорганических соединениях	8	4	0	0	0	0	0	2
4.	Тема 4. Механизмы реакций металлоорганических соединений	8	4	0	0	0	0	0	3
5.	Тема 5. Физические методы исследования металлоорганических соединений	8	4	0	0	0	0	0	4
6.	Тема 6. Общие вопросы катализа	8	4	0	0	0	0	0	4
7.	Тема 7. Катализируемое переходными металлами гидрирование и элемент-гидрирование кратных связей	8	4	0	0	0	0	0	4
8.	Тема 8. Каталитическое карбонилирование и окисление углеводородов	8	4	0	0	0	0	0	4
9.	Тема 9. Катализируемое комплексами переходных металлов образование связи C-C - реакции метатезиса и кросс-сочетания	8	8	0	0	0	0	0	8
	Итого		40	0	0	0	0	0	31

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. История металлоорганической химии

1760-1900: Первые металлоорганические соединения 1900-1950: Гриньяр, Сабатье, катализ и первые металлоорганические соединения Первые представители важных классов металлоорганических соединений, полученные в первой половине XX века 1950-1960: Открытие ферроцена и ?второе рождение? металлоорганической химии 1961-1981: Открытие кратных связей металл-углерод и золотой век катализа 1970-1985: Активация СН связей углеводородов, метатезис пи-связей и молекулярный водород как лиганд

###### Тема 2. Электронное строение металлоорганических соединений переходных металлов

Подходы к методам описания электронного строения координационных соединений переходных металлов. Теория кристаллического поля. Высокоспиновые и низкоспиновые комплексы. Теория поля лигандов. Дативное взаимодействие. Правило 18 электронов (Правило Сиджвика). Исключения из правила 18 электронов. Степень окисления. Принцип электронейтральности. Транс-влияние.

###### Тема 3. Типы лигандов в металлоорганических соединениях

Карбонильные лиганды. Влияние лигандного окружения в комплексе на заряды атомов в карбонильном лиганде. Получение карбонильных комплексов. Мостиковые СО группы. Другие лиганды, подобные СО - тиокарбонильные, нитрильные. Фосфорсодержащие лиганды. Толмановский электронный параметр и конический угол лигандов. Аналоги фосфинов.

#### **Тема 4. Механизмы реакций металлоорганических соединений**

Диссоциативное замещение Id. Ассоциативное замещение Ia. Окислительное присоединение и восстановительное отщепление. Согласованное присоединение. Факторы, влияющие на скорость реакции. Восстановительное отщепление. Реакции внедрения с участием СО.

Реакции внедрения с участием изонитрилов. Внедрение с участием алкенов и алкинов.

Факторы, влияющие на скорость реакции. Чередующееся внедрение СО и алкенов. Элиминирование.

#### **Тема 5. Физические методы исследования металлоорганических соединений**

Методы установления строения элементоорганических соединений с помощью физических методов исследования. Рентгеноструктурный анализ металлоорганических соединений, проблемы локализации гидридного лиганда с помощью РСА. Влияние на химические сдвиги сигналов органических лигандов в спектрах ЯМР. Инфракрасная спектроскопия МОС, вырождение сигналов лигандов

#### **Тема 6. Общие вопросы катализа**

Основные принципы катализа. Ключевые характеристики каталитического процесса. Параметры эффективности катализатора - частота оборотов катализатора и число каталитических циклов до дезактивации. Селективность катализа. Кинетика и термодинамика каталитических процессов. Типы каталитических процессов. Основные принципы "зеленой химии".

#### **Тема 7. Катализируемое переходными металлами гидрирование и элемент-гидрирование кратных связей**

Гидрирование олефинов. Гидросилилирование олефинов. Гидроцианирование олефинов. Катализатор гидрирования Уилкинсона. Механизм гидрирования олефинов. Механизмы каталитического присоединения связи элемент-водород к кратным связям через окислительное присоединение. Перегруппировки металлоорганических продуктов окислительного присоединения.

#### **Тема 8. Каталитическое карбонилирование и окисление углеводородов**

Карбонилирование метанола. Процесс Монсанто. Гидроформилирование олефинов. Гидроформилирование олефинов в присутствии нуклеофила. Реакция Реппе.

Окисление этилена до ацетальдегида. Вакер-процесс. Эпоксидирование олефинов. Получение топливных углеводородов с помощью процесса Фишера-Тропша. Предполагаемые механизмы процесса Фишера-Тропша.

#### **Тема 9. Катализируемое комплексами переходных металлов образование связи С-С - реакции метатезиса и кросс-сочетания**

Нобелевские премии, полученные в области получения связей углерод-углерод и углерод-элемент в результате применения процессов гомогенного металлокомплексного катализа. Реакции метатезиса. Реакция Кумады. Реакция Стилле. Реакция Сузуки. Реакция Хиямы. Реакция Сонагаширы. Трактовка механизмов реакций, их синтетический потенциал и применение для получения материалов с практически полезными свойствами

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Гид по металлоорганической химии - <http://www.freebookcentre.net/Chemistry/OrganoMetallic-Chemistry-Books.html>

Интернет-лекции по химии элементоорганических соединений - <http://www.scs.uiuc.edu/white/index.php?p=lectures>

каталог литературы по металлоорганической химии - <http://web.uvic.ca/~mcindoe/423/423syllabus.html>

мировые новости в химии элементоорганических соединений - [http://www.chemport.ru/chemnews.php?tag=elementorganic\\_chemistry](http://www.chemport.ru/chemnews.php?tag=elementorganic_chemistry)

Тезаурус по химии металлоорганических соединений - <http://www.ilpi.com/organomet>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.
зачет	Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На зачете необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

1. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. - 9-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021 - Часть 1 - 2021. - 570 с. - ISBN 978-5-906828-42-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166749> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. - 10-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021 - Часть 2 - 2021. - 626 с. - ISBN 978-5-906828-43-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166750> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021 - Часть 3 - 2021. - 547 с. - ISBN 978-5-906828-41-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166751> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1473-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168512> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия : учебное пособие / К. Эльшенбройх ; перевод с немецкого Ю. Ф. Опруненко, Д. С. Перекалина ; художник Н. А. Новак. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 749 с. - ISBN 978-5-93208-543-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166767> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1325-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168437> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Туб, М. Механизмы неорганических реакций : монография / М. Туб, Д. Берджесс ; перевод с английского Д. О. Чаркина, Г. М. Курамшиной ; художник Н. А. Новак. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 683 с. - ISBN 978-5-93208-546-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166741> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021 - Часть 4 - 2021. - 729 с. - ISBN 978-5-906828-40-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166752> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / Ю. Д. Семчиков. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2006. - 366, [1] с.
3. Нанобиотехнологии : учебное пособие / А. М. Абатурова, Д. В. Багров, А. А. Байжуманов, А. П. Бонарцев ; под редакцией А. Б. Рубина. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 403 с. - ISBN 978-5-00101-728-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135508> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.16.07 Металлоорганические соединения в промышленном и тонком синтезе*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.