

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко

« » 20 г.

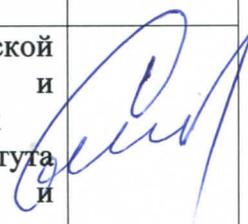


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

| Перечень сведений о рабочей программе дисциплины | Учетные данные |
|--|--|
| Программа аспирантуры Органическая химия | Код ПА 1.4.3. |
| Группа специальностей Химические науки | Код 1.4. |
| Федеральные государственные требования (ФГТ) | Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951 |
| Самостоятельно утвержденные требования (СУТ) | Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022 |

Екатеринбург
2022 г.

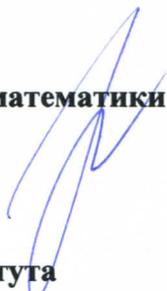
Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Структурное подразделение | Подпись |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---|--|
| 1 | Сосновских Вячеслав Яковлевич | д.х.н., профессор | зав. кафедрой | Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений Института естественных наук и математики |  |
| 2 | Бакулев Василий Алексеевич | д.х.н., профессор | зав. кафедрой | Кафедра технологии органического синтеза Химико-технологического института |  |
| 3 | Русинов Владимир Леонидович | д.х.н., чл.-корр. РАН | зав. кафедрой | Кафедра органической и биомолекулярной химии Химико-технологического института |  |
| | Вараксин Михаил Викторович | к.х.н. | доцент | Кафедра органической и биомолекулярной химии Химико-технологического института |  |

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом института естественных наук и математики

Председатель учебно-методического совета ИЕНиМ
Протокол № 5 от 17.05.2022 г.


Е.С. Буянова

Учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 6 от 30.05.2022 г.


А.Б. Даринцева

Согласовано:

Начальник ОПНПК


Е.А. Бутрина

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

_____ А.В. Германенко

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

| Перечень сведений о рабочей программе дисциплины | Учетные данные |
|---|--|
| Программа аспирантуры Органическая химия | Код ПА 1.4.3. |
| Группа специальностей Химические науки | Код 1.4. |
| Федеральные государственные требования (ФГТ) | Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951 |
| Самостоятельно утвержденные требования (СУТ) | Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022 |

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Структурное подразделение | Подпись |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---|---------|
| 1 | Сосновских Вячеслав Яковлевич | д.х.н., профессор | зав. кафедрой | Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений Института естественных наук и математики | |
| 2 | Бакулев Василий Алексеевич | д.х.н., профессор | зав. кафедрой | Кафедра технологии органического синтеза Химико-технологического института | |
| 3 | Вараксин Михаил Викторович | к.х.н. | доцент | Кафедра органической и биомолекулярной химии Химико-технологического института | |
| 4 | Шабунина Ольга Владимировна | к.х.н. | доцент | Кафедра органической и биомолекулярной химии Химико-технологического института | |

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом института естественных наук и математики

Председатель учебно-методического совета ИЕНиМ
Протокол № 5 от 17.05.2022 г.

Е.С. Буянова

Учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № _____ от _____ г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Специальная дисциплина «Органическая химия» направлена на ознакомление аспирантов с важными разделами органической химии, включающих теоретические проблемы строения и реакционной способности органических соединений, методы синтеза основных классов органических веществ, аналитические методы контроля и идентификации химических соединений, информационно-поисковые системы в органической химии, технику экспериментальных исследований и экологические аспекты органического синтеза.

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Органическая химия» относится к базовой части программы аспирантуры, направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- теоретические проблемы строения и реакционной способности органических соединений;
- методы синтеза основных классов органических веществ;
- аналитические методы контроля и идентификации химических соединений;
- информационно-поисковые системы в органической химии;
- технику экспериментальных исследований;
- экологические аспекты органического синтеза.

Уметь:

- использовать специализированное программное обеспечение и современные информационные технологии;
- систематизировать полученные теоретические и опытные данные, обобщать полученные знания и представлять полученные результаты в форме научных публикаций;
- современными аналитическими методами производить контроль и идентификацию химических соединений;
- синтезировать новые органические соединения;
- давать рекомендации на основании проведенных исследований;
- выбирать и анализировать научную литературу для избранного направления исследований, формулировать задачи работы на основе анализа литературы;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- системой фундаментальных химических понятий;
- навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач;
- навыками научной коммуникации;
- методами синтеза основных классов органических веществ;
- современными аналитическими методами контроля и идентификации химических соединений;

– техникой экспериментальных исследований;

1.4. Объем дисциплины

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|-------|---|------------------|----------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т.ч. контактная работа (час.)* | 6 |
| 1. | Аудиторные занятия | 4 | 4 | 4 |
| 2. | Лекции | 4 | 4 | 4 |
| 3. | Практические занятия | 0 | 0 | 0 |
| 4. | Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации | 104 | 1 | 104 |
| 5. | Промежуточная аттестация | Экзамен | 1 | Экзамен, 18 |
| 6. | Общий объем по учебному плану, час. | 108 | 5 | 108 |
| 7. | Общий объем по учебному плану, з.е. | 3 | | 3 |

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|--|---|
| 1 | Химическая связь и строение органических соединений. <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 1 час.</i> | Современные представления о природе химической связи. Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп. Основные положения квантовой химии. Атомные и молекулярные орбитали. Приближение МО-ЛКАО. Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии. Сопряжение в методе МО Хюккеля. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Стереохимия. Пространственное строение органических молекул. Понятие о конформации молекулы. Энантиомерия. Асимметрия и хиральность. Эквивалентные, энантиотопные и диастереотопные группы; их проявление в химическом поведении молекул в хиральных и ахиральных средах и спектрах ЯМР. Номенклатура оптических антиподов. |
| 2 | Общие принципы реакционной способности. <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа</i> | Классификация реакций по типу образования и разрыва связей в лимитирующей стадии, по типу реагента и по соотношению числа молекул реагентов и |

| | | |
|---|--|--|
| | <i>аспиранта, 20 часов.</i> | продуктов. Теория переходного состояния. Количественная теория кислот и оснований. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Кислотно-основное равновесие. Основные типы интермедиатов. Карбениевые ионы (карбокатионы). Карбанионы и СН-кислоты. Основные реакции карбанионов, анионные перегруппировки. |
| 3 | Основные типы органических реакций и их механизмы. <i>Лекции 1 час;</i> <i>самостоятельная работа аспиранта, 23 часа.</i> | <p>Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2, смешанный ионно-парный механизм. Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции.</p> <p>Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у sp²-гибридного атома углерода. Винильный катион. Моно- и бимолекулярные процессы нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Нуклеофильное замещение в ароматических гетероциклах. Кинезамещение.</p> <p>Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения. Замещение у олефинового атома углерода и в ароматическом кольце. Генерирование электрофильных реагентов. Ипсо-замещение. Кинетические изотопные эффекты.</p> <p>Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования E1 и E2.</p> <p>Присоединение по кратным углерод-углеродным связям. Электрофильное присоединение. Сильные и слабые электрофилы, механизм и стереохимия присоединения, регио- и стереоселективность реакций.</p> <p>Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: присоединение оснований, включая карбанионы, металлоорганических соединений. Механизм этерификации кислот и получение ацеталей. Конденсации карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных.</p> <p>Молекулярные реакции (цис-транс-изомеризация, распад молекул, размыкание циклов). Коарктатные реакции.</p> |
| 4 | Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений. <i>Лекции 1 час;</i> <i>самостоятельная работа аспиранта, 1 час.</i> | <p>Выбор оптимального пути синтеза. Принцип ретросинтетического анализа. Линейные и конвергентные схемы синтеза. Синтоны и синтетические эквиваленты. Защита функциональных групп. Методы введения и удаления защитных групп.</p> <p>Элементоорганические соединения (производные</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>фосфора, бора, кремния, меди, лития, магния, олова) в органическом синтезе. Металлокомплексный катализ.</p> <p>Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений. Спектроскопия ЯМР, ЭПР, колебательная и электронная спектроскопия, масс- и хромато-масс-спектрометрия.</p> <p>Техника безопасности и экологические проблемы органического синтеза. «Зеленая химия».</p> |
| 5 | <p>Использование ЭВМ в органической химии и информатика. Самостоятельная работа аспиранта, 21 час.</p> | <p>Основные представления о применении неэмпирических и полуэмпирических методов квантово-химических вычислений и расчетов методами молекулярной механики для определения электронного и пространственного строения.</p> <p>Традиционные средства химической информации и методы их использования. Автоматизированные информационно-поисковые системы. Понятие об эмпирических корреляциях структура-свойство (QSAR, QSPR). Спектроструктурные корреляции.</p> |
| 6 | <p>Синтетические методы в органической химии и химические свойства соединений. Самостоятельная работа аспиранта, 20 часов.</p> | <p>Алканы Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений.</p> <p>Реакции алканов: галогенирование, сульфохлорирование. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Ионные реакции алканов в суперкислых средах (дейтериевый обмен и галогенирование).</p> <p>Циклоалканы. Методы синтеза и строение циклопропанов, циклобутанов, циклопентанов и циклогексанов. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация). Типы напряжения в циклоалканах и их подразделение на малые, средние и макроциклы. Тема 4. Алкены Методы синтеза: элиминирование галогеноводородов из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Синтез алкенов из четвертичных аммониевых солей (Гофман), Реакция Виттига как региоспецифический метод синтеза алкенов.</p> <p>Алкины Методы синтеза: отщепление галогеноводородов из дигалогенидов, реакция 1,2-дигидразонов с оксидом ртути (II) и тетраацетатом</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>свинца. Усложнение углеродного скелета алкинов: реакции ацетиленидов натрия и меди, магнийорганических производных алкинов. Конденсация алкинов-1 с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе). Реакции алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.</p> <p>Алкадиены. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского—Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах. Реакции 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4- присоединение. Реакция Дильса—Альдера с алкенами и алкинами, ее типы: карбо- реакция, гетеро-реакция.</p> <p>Спирты и простые эфиры Методы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот. Реакции одноатомных спиртов. Методы синтеза и реакции двухатомных спиртов.</p> <p>Альдегиды и кетоны Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлоорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов. Реакции альдегидов и кетонов: присоединение воды, спиртов. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления. Дезоксигенирование альдегидов и кетонов: реакции Клемменсена и Кижнера—Вольфа. Окисление альдегидов, реагенты окисления.</p> <p>Карбоновые кислоты и их производные Методы синтеза кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот, синтез на основе металлоорганических соединений, синтезы на основе малонового эфира. Реакции карбоновых кислот: галогенирование по Гелю-Фольгардту-Зелинскому, пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе.</p> <p>Синтетическое использование реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду</p> |
|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация. Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных.</p> <p>Нитросоединения и амины Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями (Анри). Восстановление в амины.</p> <p>Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, пиррол, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль—Кнорр). Синтез пирролов по Кнорру и по Ганчу.</p> <p>Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хиолин. Синтез производных пиридина по Ганчу. Синтез частично гидрированных производных пиридина путем [4+2]-циклоприсоединения (гетеро- реакция Дильса—Альдера). Синтез хиолина и замещенных хиолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру—Миллеру. Реакции пиридина и хиолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина и хиолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хиолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-окиси пиридина и хиолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хиолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием. Методология нуклеофильного замещения водорода (SNH): области применения, преимущества, ограничения. Возможности SNH реакций в синтезе физиологически активных веществ, каталитических реагентов, люминесцентных, сенсорных материалов и др.</p> |
|--|--|--|

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

не предусмотрено

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика *индивидуальных* или групповых проектов

не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|----------------------------|---|--|---|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |
| Личностные качества | Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, | Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, |

| | | | |
|--|--|-----------------------|---|
| | | проявляет активность. | трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |
|--|--|-----------------------|---|

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии.
2. Ароматичность органических соединений.
3. Асимметрия и хиральность.
4. Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений.
5. Современные представления о природе химической связи.
6. Типы связей в органической химии.
7. Основные типы органических реакций и их механизмы
8. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.
9. Классификация реакций по типу образования и разрыва связей.
10. Электрофильное замещение у олефинового атома углерода и в ароматическом кольце.
11. Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений.
12. Алканы Методы синтеза, химические свойства.
13. Алкадиены. Методы синтеза, химические свойства.
14. Спирты. Методы синтеза, химические свойства.
15. Альдегиды и кетоны. Методы синтеза, химические свойства.
16. Карбоновые кислоты и их производные. Методы синтеза, химические свойства.
17. Пятичленные гетероциклы. Химические свойства.
18. Шестичленные гетероциклы. Химические свойства.
19. Техника безопасности и экологические проблемы органического синтеза. «Зеленая химия».

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1.Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Афвольтер. Определение строения органических соединений. М.: Мир, 2009. 440 с.
2. И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. Органическая химия. М.: Юрайт, 2012. 608 с.
3. И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. М.: Юрайт, 2012. 352 с.
4. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. Органическая химия. В 4 частях. Часть 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 568 с.
5. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. Органическая химия. В 4 частях. Часть 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 624 с.
6. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. Органическая химия. В 4 частях. Часть 3. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 544 с.
7. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. Органическая химия. В 4 частях. Часть 4. М.:

5.1.2. Дополнительная литература

1. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир, 1973.
2. Марч Дж. Органическая химия, Т. 1-4. М.: Мир, 1987.
3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Ч. 1-4. М.: Изд-во МГУ, 1999.
4. Кери Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. Кн. 1, 2. М.: Химия, 1981.
5. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс. М.: Химия, 2000.
6. Джилкрист Т.Л. Химия гетероциклических соединений. М.: Мир, 1996.
7. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
8. Л. Титце, Т. Айхер. Препаративная органическая химия. Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. М.: Мир, 2009. 566 с.
9. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. М.: Мир, 1999.
10. Органикум: Практикум по органической химии / Г. Беккер, В. Бергер и др. Т. 1, 2. М.: Мир, 1992.
11. Э. Илиел, С. Вайлен, М. Дойл. Основы органической стереохимии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 704 с.
12. Органикум: Практикум по органической химии / Г. Беккер, В. Бергер и др. (в 2 т.). М.: Мир, 2008. 992 с.
13. Ю. А. Пентин, Л. В. Вилко. Физические методы исследования в химии. М.: Мир, 2009. 688 с.
14. В. Смит. Основы современного органического синтеза: Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 750 с.

5.2. Методические разработки

1. Основы теоретических представлений в органической химии. Кожевников Д.Н., Русинов В.Л., Чупахин О.Н., Уломский Е.Н. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. 36 с.
2. Интерактивное методическое пособие «Определение строения органических соединений с использованием методов ЯМР спектроскопии», опубликованное на сайте ХТФ УГТУ-УПИ (<http://www.htf.ustu.ru/method/NMR-test>).
3. Носова Э.В. Органическая химия веществ природного происхождения (учебное пособие). Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 259 с.
4. Понизовский М.Г., Русинова Л.И. Органическая химия. Часть 1. Углеводороды (учебное пособие). Екатеринбург: УрФУ, 2010. 172 с.
5. Понизовский М.Г., Русинова Л.И., Носова Э.В., Русинов В.Л. Химия гетероциклических соединений (учебно-методический комплекс) (элект.)/
http://study.ustu.ru/umk/umk_view.asp?id=8041. 2009. 1173 с.
6. Понизовский М.Г., Русинова Л.И. Органическая химия. Часть 2. Функциональные производные углеводородов (учебное пособие). Екатеринбург: УрФУ, 2010. 180 с.
7. Носова Э.В. Методы установления механизмов органических реакций (учебное пособие). Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 114 с.
8. Хроматографические методы анализа: методические указания к лабораторному практикуму. И.С. Ковалев. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 29 с.

5.3. Программное обеспечение

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);
2. Adobe Reader X
3. ChemOffice 2010
4. Isis Draw (Version 2.5)
5. Mercury (Version 2.4.5)

6. AutoDock (Version 1.5)
7. MestReNova (Version 6.0.2)
8. Open Babel (Version 2.3.1)
9. Avogadro (Version 1.0.3)
10. RasMol (Version 2.7.5.2)
11. Jmol (Version 12.0.45)

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;
2. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;
3. Scopus: <http://www.scopus.com>;
4. Reaxys: <http://reaxys.com>;
5. SciFinder <https://scifinder.cas.org>
6. Espacenet <https://ru.espacenet.com>
7. РИНЦ <https://www.elibrary.ru>
8. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>;
9. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>;

5.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.