

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 10 » 11 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Органическая химия

Направление подготовки 06.03.01 «Биология»

Профиль подготовки «Общая биология»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения заочная (ускоренное обучение на базе ВПО)

| Семестр   | Трудоем-<br>кость зач.<br>ед, час. | Лекций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточно-<br>го контроля<br>(экз./зачет) |
|-----------|------------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------------------------------|
| 2 семестр | 1 (36 ч)                           | -               | -                            | -                          | 36           | Зачет (переаттестация)                             |
| 3 семестр | 2 (72 ч)                           | 2               | -                            | 4                          | 66           | Зачет                                              |
| Итого     | 3 (108 ч)                          | 2               | -                            | 4                          | 102          | Зачет (переаттестация)<br>Зачет                    |

Владимир, 2014

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Органическая химия - одна из фундаментальных дисциплин для студентов естественно-научных направлений, в том числе 06.03.01 «Биология». Преподавание органической химии в университетах ставит своей главной целью раскрыть смысл основных закономерностей превращений органических соединений, научить студента пользоваться основными механизмами реакций и предсказывать направления реакций, предсказывать свойства соединений на основе их строения, уметь предложить способы синтеза заданных соединений и осуществить практический синтез заданных соединений в лаборатории, определять структуру органических соединений по их спектральным данным.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРУ ОПОП ВО

Дисциплина «Органическая химия» изучается в базовой части ОПОП.

Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины "Органическая химия":

1. Неорганическая химия (общая) (строение атома, электроотрицательность, химическая связь: типы связей, энергия связей, химические реакции, окислители и восстановители, кислоты и основания, комплексные соединения).
2. Физика (поляризованный свет, законы поглощения и отражения света).
3. Математика (симметрия и асимметрия).
4. Философия (категории и законы материалистической диалектики, теория познания).

Органическая химия является фундаментом для изучения последующих курсов ОПОП, таких как «Аналитическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биохимия и молекулярная биология», «Цитология и гистология». Предмет необходим для выполнения выпускной квалификационной работы и профессиональной деятельности бакалавра.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2).

В результате освоения дисциплины «Органическая химия» студент должен:

### **Знать:**

- основы современных теорий в области органической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач.

### **Уметь:**

- самостоятельно ставить синтетическую задачу, выбирать оптимальные пути и методы синтеза и анализа, обсуждать результаты исследований, ориентироваться в современной литературе по органической химии.
- проводить стандартные органические синтезы, определение констант, подготовку образцов для физико-химических исследований, пользоваться справочной литературой по органической химии.

### **Владеть:**

- теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ – представителей основных классов органических соединений: углеводов, гомофункциональных соединений, гетерофункциональных соединений;
- основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины                                                                                                                           | Семестр     | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая<br>самостоятельную работу студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                         |                        |             | Объем учебной работы<br>с применением<br>интерактивных<br>методов<br>(в часах / %) | Формы текущего контроля<br>успеваемости<br>форма промежуточной<br>аттестации |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                |             |                 | Лекции                                                                                       | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы | СРС         |                                                                                    |                                                                              |
| 1        | <i>Введение. Основные понятия.<br/>Методы выделения и очистки органических веществ<br/>Физические методы исследования в органической химии</i> | 2<br>3<br>3 |                 |                                                                                              |                         | 4                      | 6<br>4<br>2 | 2/50                                                                               | переаттестация                                                               |
| 2        | <i>Углеводороды</i>                                                                                                                            |             |                 |                                                                                              |                         |                        |             |                                                                                    |                                                                              |
| 2.1      | Алканы                                                                                                                                         | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 2           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 2.2      | Алкены                                                                                                                                         | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 2.3      | Диены                                                                                                                                          | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 2           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 2.4      | Алкины                                                                                                                                         | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 2           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 2.5      | Алициклические углеводороды                                                                                                                    | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 2           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 2.6      | Ароматические углеводороды                                                                                                                     | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 6           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 3        | <i>Галогенпроизводные.</i>                                                                                                                     |             |                 |                                                                                              |                         |                        |             |                                                                                    |                                                                              |
| 3.1      | Алифатические галогенпроизводные                                                                                                               | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 3.2      | Ароматические галогенпроизводные                                                                                                               | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 2           |                                                                                    |                                                                              |
| 4        | <i>Гидроксилсодержащие производные</i>                                                                                                         |             |                 | 1                                                                                            |                         |                        |             |                                                                                    |                                                                              |
| 4.1      | Спирты                                                                                                                                         | 2           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    | переаттестация                                                               |
| 4.2      | Фенолы                                                                                                                                         | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 5        | <i>Простые эфиры</i>                                                                                                                           | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 6        | <i>Азотсодержащие производные</i>                                                                                                              |             |                 |                                                                                              |                         |                        |             |                                                                                    |                                                                              |
| 6.1      | Нитросоединения                                                                                                                                | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 2           |                                                                                    |                                                                              |
| 6.2      | Амины                                                                                                                                          | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 6.3      | Азо- и diaзосоединения                                                                                                                         | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 7        | <i>Карбонильные соединения</i>                                                                                                                 |             |                 |                                                                                              |                         |                        |             |                                                                                    |                                                                              |
| 7.1      | Предельные карбонильные соединения                                                                                                             | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 7.2      | Непредельные карбонильные соединения                                                                                                           | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 7.3      | Ароматические карбонильные соединения                                                                                                          | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |
| 8        | <i>Карбоновые кислоты</i>                                                                                                                      |             |                 | 1                                                                                            |                         |                        |             |                                                                                    |                                                                              |
| 8.1      | Предельные карбоновые кислоты                                                                                                                  | 3           |                 |                                                                                              |                         |                        | 4           |                                                                                    |                                                                              |

|     |                                  |            |  |          |  |          |            |                                                              |
|-----|----------------------------------|------------|--|----------|--|----------|------------|--------------------------------------------------------------|
| 8.2 | Непредельные карбоновые кислоты  | 3          |  |          |  | 4        |            |                                                              |
| 8.3 | Ароматические карбоновые кислоты | 3          |  |          |  | 4        |            |                                                              |
| 8.4 | Многоосновные карбоновые кислоты | 3          |  |          |  | 4        |            |                                                              |
| 9   | Гетерофункциональные соединения  |            |  |          |  |          |            |                                                              |
| 9.1 | Гидроксикислоты                  | 3          |  |          |  | 4        |            |                                                              |
| 9.2 | Аминокислоты                     | 3          |  |          |  | 4        |            |                                                              |
| 9.3 | Оксокислоты                      | 3          |  |          |  | 4        |            |                                                              |
| 9.4 | Углеводы                         | 2          |  |          |  | 4        |            | переаттестация                                               |
|     |                                  |            |  |          |  |          |            |                                                              |
|     | <b>Итого</b>                     | <b>2-3</b> |  | <b>2</b> |  | <b>4</b> | <b>102</b> | <b>4/40</b><br><b>Зачет (переаттестация)</b><br><b>Зачет</b> |

## СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

**Раздел 4. ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ (обзорная лекция, 1 час).** Рассматриваются обзорно спирты и фенолы. Основное внимание уделяется спиртам, как наиболее типичным представителям класса.

Гомологический ряд. Общая формула. Классификация: первичные, вторичные, третичные. Номенклатура рациональная, систематическая.

Способы получения: из галогеналканов (гидролиз), из алкенов, из карбонильных соединений и сложных эфиров (восстановление). Синтез спиртов по реакции Гриньяра.

Химические свойства. Кислотность. Реакции с галогеналканами, с галогеноводородными кислотами, галогенидами фосфора, с минеральными кислотами. Реакции отщепления: внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация. Ацилирование спиртов (образование сложных эфиров карбоновых кислот). Окисление и дегидрирование.

**Раздел 8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ (обзорная лекция, 1 час).** Основное внимание уделяется предельным одноосновным карбоновым кислотам и их производным.

Номенклатура карбоновых кислот (тривиальная, рациональная, систематическая). Общие способы получения карбоновых кислот: из углеводородов, спиртов, альдегидов и кетонов (окисление); из галогенопроизводных (через нитрилы и по реакции Гриньяра), гидролизом производных кислот.

Химические свойства. Кислотные свойства. Реакции кислот со щелочами, карбонатами, гидрокарбонатами, металлами, реактивами Гриньяра

Функциональные производные карбоновых кислот. Галогенангидриды, сложные эфиры, ангидриды, амиды, нитрилы. Способы получения и важнейшие свойства. Гидролиз производных кислот.

## Лабораторные работы

| № п/п | Раздел курса                                          | Название лабораторной работы                                 |
|-------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1.    | Методы выделения и очистки органических веществ (4 ч) | Перегонка смеси при атмосферном давлении. Перекристаллизация |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении курса во время лабораторных занятий студентам предлагается **работа в малых группах**:

- учебная группа разбивается на несколько небольших групп — по 2-3 человека
- каждая группа получает своё задание
- процесс выполнения задания в группе осуществляется на основе обмена мнениями, оценками.

Групповая работа стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества.

При формировании групп учитываются два признака: уровень учебных успехов студентов; характер межличностных отношений. В группу подбираются студенты, между которыми сложились отношения доброжелательности, в этом случае в группе возникает психологическая атмосфера взаимопонимания и взаимопомощи, снимаются тревожность и страх. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых, впоследствии, может корректироваться для повышения качества работы. На базе сформированных групп возможно проведение **ролевых игр** для решения поставленных преподавателем задач.

При изучении теоретического курса используются **методы ИТ** - применение компьютеров для доступа к интернет-ресурсам, для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподнесение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием **опережающей самостоятельной работы**: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются тесты также традиционные письменные контрольные работы.

В лабораторном практикуме используется **метод проблемного обучения**: студент получает задание на синтез, методику которого должен подобрать и изучить самостоятельно, исходя из имеющихся реактивов.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости и самостоятельной работы студентов осуществляется по результатам проведения следующих контрольных мероприятий:

| №       | Контролируемый раздел дисциплины | Наименование оценочного средства |
|---------|----------------------------------|----------------------------------|
| 2.1     | Алканы                           | Тест 1                           |
| 2.2-2.3 | Алкены и Диены                   | Тест 2                           |
| 2.4     | Алкины                           | Тест 3                           |
| 2.6     | Ароматические углеводороды       | Тест 4                           |
| 3       | Галогенпроизводные               | Тест 5                           |
| 4       | Гидроксилсодержащие производные  | Тест 6, 7                        |
| 6       | Карбонильные соединения          | Тест 8                           |
| 7       | Карбоновые кислоты               | Тест 9                           |
|         |                                  | Контрольная работа               |

## Контрольная работа

Контрольная работа является итоговой (по всем разделам курса), выполняется по вариантам и состоит из заданий, примерное содержание которых представлено ниже:

**Задача 1.** Напишите реакции получения 2-метилпропана:

1. По реакции Вюрца
2. По реакции Дюма
3. По реакции Кольбе

Для 2-метилпропана напишите реакции: галогенирования, нитрования, сульфокисления, дегидрирования, горения.

Для всех реакций укажите условия протекания.

Составьте возможные реакции, проходящие при крекинге 2-метилпропана.

**Задача 2.** Получите 2-метилбутен-2 из соответствующего спирта, галогенопроизводного, ди-галогенопроизводного. Для полученного 2-метилбутена-2 напишите реакции с водородом, раствором брома, бромоводородом с получением продукта по правилу Марковникова и против правила Марковникова, водой, окисления в мягких и жестких условиях, полимеризации. Для всех реакций укажите условия протекания.

**Задача 3.** Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам:

- a.  $\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_4 \longrightarrow \text{A} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \longrightarrow \text{CO}_2$
- b.  $\text{Этан} \longrightarrow \text{A} \longrightarrow \text{хлорэтан} \longrightarrow \text{A} \longrightarrow \text{этанол} \longrightarrow \text{A} \longrightarrow 1,2\text{-дибромэтан} \longrightarrow \text{A} \longrightarrow \text{этандиол-1,2}$

**Задача 4.** Напишите реакции получения ацетилен из метана и карбида кальция. Из ацетилена получите пропин (в две стадии). Для пропина напишите реакции:

4. бромирования
5. гидробромирования
6. гидратации
7. гидрирования
8. окисления перманганатом калия в кислой среде
9. циклической тримеризации

**Задача 5.** Получите бензол из ацетилена. Из бензола получите *o*-нитротолуол и *n*-нитротолуол. Одно из веществ (любое) окислите перманганатом калия в кислой среде.

3. а) Получите 2-хлорпропан из пропана, пропилена, соответствующего спирта. Из 2-хлорпропана получите спирт, простой эфир, сложный эфир, нитросоединение, нитрил, амин, алкен.

б) Получите бромбензол из бензола. Для бромбензола напишите реакции: с водным раствором NaOH

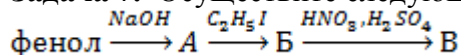
1. с  $\text{CH}_3\text{ONa}$
2. с  $\text{CH}_3\text{Br} + \text{Na}$
3. с  $\text{CH}_3\text{Br}$  (в присутствии  $\text{AlBr}_3$ )

**Задача 6.** Напишите реакции получения 2-бутанола из алкена, галогенопроизводного, карбонильного соединения. Для 2-бутанола напишите реакции:

10. металлическим натрием
11. с уксусной кислотой

12. с хлороводородом
13. дегидратации (внутримолекулярной и межмолекулярной)
14. окисления перманганатом калия в кислой среде или оксидом меди

**Задача 7.** Осуществите следующие превращения:



**Задача 8.** На 1,1-дихлорпропан подействуйте избытком водного раствора щелочи. Полученный продукт введите в реакцию:

1. с метанолом ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )
2. с синильной кислотой ( $\text{HCN}$ )
3. с гидросульфитом натрия ( $\text{NaHSO}_3$ )
4. с аммиачным раствором оксида серебра ( $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ )
5. с водородом

**Задача 9.** Для пропановой кислоты напишите реакции получения ангидрида, галогенангидрида, амида, нитрила. Для бензойной кислоты напишите реакцию получения сложного эфира. Для щавелевой кислоты напишите реакцию получения соли.

#### Вопросы для проведения зачета (переаттестация)

1. Гомологический ряд алканов. Строение и общая характеристика свойств. Реакции замещения: галогенирование, нитрование.
2. Гомологический ряд алкенов. Строение и общая характеристика свойств. Реакции электрофильного присоединения.
3. Направление присоединения кислот к несимметричным алкенам (правило Марковникова и его современное объяснение). Строение, относительная устойчивость и реакционная способность карбокатионов. Перекисный эффект Караша и его объяснение.
4. Реакции высокотемпературного галогенирования алкенов. Строение и относительная устойчивость радикалов аллильного типа.
5. Окисление и озонлиз алкенов.
6. Мономеры, олигомеры, полимеры. Полимеризация и сополимеризация алкенов и диенов. Понятие о натуральном и синтетическом каучуках.
7. Строение сопряженных диенов. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения к диеновым углеводородам. Зависимость направления присоединения от температуры.
8. Гомологический ряд алкинов. Строение и общая характеристика свойств. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, кислот и  $\text{HCN}$ .
9. Строение и причина кислых свойств алкинов с концевой тройной связью. Получение ацетиленидов. Присоединение спиртов и воды.
10. Алициклические углеводороды. Современные представления о строении циклоалканов. Конформации циклогексана.
11. Химические свойства циклоалканов: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование. Связь между строением и реакционной способностью циклоалканов.
12. Строение бензола и общая характеристика свойств ароматических углеводородов. Механизм электрофильного замещения. Характеристика  $\pi$  и  $\sigma$  комплексов.
13. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования и ацилирования бензола. Способы генерирования электрофильной частицы в реакционной среде.
14. Влияние заместителей на направление и скорость электрофильного замещения в ароматических соединениях; активирующие и дезактивирующие о-, п- ориентанты.
15. Влияние заместителей на направление и скорость электрофильного замещения в ароматических соединениях; дезактивирующие м- ориентанты.
16. Дзамещенные бензолы: согласованная и несогласованная ориентация.

17. Механизм замещения галогена в первичных галогеналканах. Влияние различных факторов на скорость реакции.
18. Механизм замещения галогена в третичных галогеналканах. Влияние различных факторов на скорость реакции.
19. Получение из галогеналканов: спиртов, простых и сложных эфиров, нитритов, нитрилов, аминов. Реакции галогеналканов с металлами (Na, Mg).
20. Причина и механизм (E2 и E1) реакций элиминирования галогеналканов.
21. Строение и реакционная способность аллилгалогенидов и винилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения.
22. Строение одноатомных спиртов. Спирты как ассоциированные жидкости. Причина кислотности спиртов. Реакции образования алколюатов.
23. Нуклеофильность и основность спиртов и алколюат-анионов. Особенности SN<sub>2</sub> реакций спиртов.
24. Нуклеофильность и основность спиртов и алколюат-анионов. Особенности SN<sub>1</sub> реакций спиртов.
25. Химические свойства спиртов: реакции с галогеноводородными кислотами, PCl<sub>5</sub>, внутри- и межмолекулярная дегидратация, ацилирование и окисление.
26. Углеводы: классификация, строение, конфигурация.
27. Моносахариды: глюкоза и фруктоза.
28. Химические свойства углеводов: восстановление, окисление, реакции с синильной кислотой.
29. Алкилирование, ацилирование углеводов,
30. Взаимодействие углеводов с производными аммиака (гидроксиламином, фенилгидразином).
31. Дисахариды: лактоза, мальтоза, целлобиоза, сахароза. Строение, свойства и распространение в природе.
32. Полисахариды: крахмал. Строение, свойства и распространение в природе.
33. Полисахариды: целлюлоза. Строение, свойства

### Вопросы для проведения зачета

1. Галогенпроизводные ароматических углеводородов. Причина инертности хлорбензола в реакциях нуклеофильного замещения. Механизм замещения галогена в неактивированных соединениях.
2. Причина инертности ароматических галогенпроизводных в реакциях нуклеофильного замещения. Механизм замещения галогена в активированных соединениях.
3. Хлористый бензил. Его строение и реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения. Замена галогена на различные группы (примеры реакций).
4. Получение магнийорганических соединений (реактивы Гриньяра). Их строение и свойства: взаимодействие с ацетиленовыми углеводородами с концевой тройной связью, спиртами, кислотами, карбонильными соединениями, диоксидом углерода.
5. Получение симметричных и несимметричных простых эфиров (планирование синтеза Вильямсона). Химические свойства простых эфиров: основность, образование оксониевых комплексов, расщепление.
6. Одноатомные фенолы. Причина кислых свойств фенолов. Электрофильное замещение в ядро фенолов.
7. Строение нитрогруппы. Таутомерные превращения нитроалканов. Подвижность водорода при α-углеродном атоме.
8. Нитробензол. Восстановление в кислой и щелочной среде.
9. Строение аминов: гибридизация атома азота, конфигурация молекулы амина, межмолекулярные водородные связи. Связь между строением и основностью амина.
10. Реакции аминов с кислотами, алкилирование и ацилирование аминов. Реакции с азотистой кислотой. Реакции ароматических аминов с альдегидами.
11. Дيازосоединения: строение и получение. Реакции с выделением и без выделения азота.

12. Строение карбонильной группы. Химические свойства алифатических карбонильных соединений: присоединение спиртов, гидросульфита натрия, синильной кислоты, пятихлористого фосфора, реактивов Гриньяра.
13. Реакции альдегидов и кетонов с аммиаком и его производными: гидразином, гидросиламином, фенилгидразином.
14. Причина реакционной способности водорода у  $\alpha$ -углеродного атома. Кето-енольная таутомерия. Механизм альдольно-кетоновой конденсации.
15. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Канниццаро.
16. Строение и особенности химических свойств  $\alpha,\beta$ -непредельных альдегидов и кетонов (реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения).
17. Реакционная способность ароматических альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения (реакция с синильной кислотой и гидросульфитом натрия). Окисление и восстановление.
18. Реакции конденсации ароматических альдегидов и кетонов: конденсация с алифатическими альдегидами и кетонами, реакция Перкина, перекрестная реакция Канниццаро. Их механизмы.
19. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Кислотные свойства одноосновных карбоновых кислот. Реакции кислот с металлами, щелочами, карбонатами, реактивами Гриньяра.
20. Реакция этерификации, ее механизм. Декарбоксилирование и восстановление кислот.
21. Получение производных кислот: солей, амидов, нитрилов, ангидридов и галогенангидридов, сложных эфиров. Гидролиз производных кислот. Реакционная способность производных в реакциях нуклеофильного присоединения.
22. Особенности химических свойств  $\alpha,\beta$ -непредельных кислот. Акриловая и метакриловая кислоты, акрилонитрил.
23. Особенности физических и химических свойств двухосновных кислот. Кислотность. Реакции декарбоксилирования.
24. Малоновый эфир и синтезы на его основе.
25. Кислотные свойства ароматических карбоновых кислот. Влияние природы и расположения заместителей на силу кислот.
26. Гидроксикислоты: особенности химических свойств  $\alpha,\beta,\gamma$ - гидроксикислот.
27. Аминокислоты: особенности физических и химических свойств  $\alpha,\beta,\gamma$ - аминокислот. Биполярный ион.

### **Самостоятельная работа студентов**

**Самостоятельная работа студента заочной формы обучения** – важнейшая составляющая образовательного процесса, определяющая в конечном итоге степень усвоения студентом теоретического материала. В процессе освоения курса «Органическая химия» СРС заключается в следующем:

1. Изучение теоретического материала с использованием рекомендованной литературы.
2. Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов по лабораторным работам с использованием рекомендованной литературы.
3. Подготовка к текущему контролю – тестированию. Выполнение контрольных работ.
4. Подготовка к промежуточной аттестации с использованием рекомендованной литературы, конспектов лекций, отчетов по лабораторным работам и согласно перечню вопросов для проведения промежуточной аттестации.

Студенты заочной формы обучения в основном изучают дисциплину самостоятельно, так как лекционный курс является обзорным. При этом студенты используют учебно-методическую литературу, представленную в данной программе, согласно тематическому плану курса и в соответствии со следующим перечнем основных тем и вопросов.

## Содержание курса (для самостоятельного изучения)

### 1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Способы изображения молекул органических соединений, молекулярные, структурные и электронные формулы.

Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия. Гомология.

Основные функциональные группы и классы органических соединений.

Основы номенклатуры органических соединений

Заместительная номенклатура ИЮПАК. Основные принципы построения названий органических соединений, родона начальная структура, характеристические группы. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных и непредельных радикалов. Старшинство функциональных групп.

Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов.

Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений.

Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях.

Электронные эффекты.

Кислоты и основания.

Углерод, электронная конфигурация; гибридизация углерода в органических соединениях. Типы химических связей в органических соединениях ( $\sigma$ ,  $\pi$ -связь). Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость.

Гомолитический, гетероциклический разрыв связей.

Понятие о промежуточных частицах, строение промежуточных частиц (радикалы, карбокатионы, карбанионы).

### ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Инфракрасная спектроскопия.** Природа ИК-спектров, способы их изображения, характеристические частоты поглощения.

**Электронная спектроскопия.** Природа спектров, типы электронных переходов, понятие о хромофорных группировках, способ изображения УФ спектров. **Спектры протонного магнитного резонанса.** Природа, основные характеристики: химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность сигналов протонов; спин-спиновое взаимодействие.

**Масс-спектрометрия.** Основные принципы, молекулярный ион, изотопный состав ионов, основные пути фрагментации важнейших классов органических соединений.

## 2. УГЛЕВОДОРОДЫ

### 2.1. Алканы

Строение, гомология, природа С-С и С-Н связей, изомерия, геометрия молекулы, межатомные расстояния. Вращение вокруг С-С связей. Понятие о конформациях на примере конформаций этана и бутана. Понятие о пространственных препятствиях. Конформации *гош*-, *анти*-, *заслоненные*.

Химические свойства алканов. Гомо- и гетеролитический разрыв связи. Хлорирование метана. Механизм цепной радикальной реакции. Относительные скорости хлорирования С-Н связей различного типа (первичных, вторичных, третичных). Строение алкильных радикалов, их стабильность. Гиперконъюгация. Селективность хлорирования и бромирования алканов. Избирательность реакции и температура. Другие радикальные реакции алканов. Крекинг термический. Окисление, горение.

Методы получения алканов (использование металлоорганических соединений, гидрирование непредельных соединений, электролиз солей карбоновых кислот).

## 2.2.Алкены

Электронное строение двойной связи  $C=C$ . Энергия  $\sigma$ - и  $\pi$  - связи в этилене. Геометрическая изомерия: *цис-транс*- номенклатура.

Гидрирование алкенов.

Понятие о нуклеофильных и электрофильных реагентах.

Электрофильное присоединение к алкенам. Общее представление о механизме реакций, ониевые ионы, скорость определяющая стадия. Стереоселективность процесса.

Присоединение хлора и брома к алкенам. Механизм, стереохимия, влияние заместителей на стереохимию присоединения

Гидрогалогенирование. Региоселективность электрофильного присоединения к алкенам. Правило Марковникова. Стабильность интермедиата (карбокатиона). Влияние заместителей при  $C=C$  связи на скорость присоединения. Исключения из формального правила Марковникова: (1) присоединение к электронодефицитным алкенам, (2) присоединение боранов, (3) радикальное присоединение. Расширенное толкование правила Марковникова.

Озонолиз алкенов. Окислительное и восстановительное расщепление озонидов.

Окисление алкенов до диолов и эпоксидов: гидроксилирование перманганатом калия по Вагнеру, тетраоксидом осмия, гидроксилирование через гидролиз эпоксидов по Прилежаеву. Свободнорадикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харацу, инициаторы реакции, механизм.. Аллильное галогенирование: получение хлористого аллила из пропилена в газовой фазе.

Полимеризация алкенов: катионная, анионная, радикальная. Синтез алкенов: реакции элиминирования, стереоселективное гидрирование алкинов, реакция Виттига- Хорнера, метатезис алкенов, реакция Хека, крекинг и дегидрирование алканов.

## 2.3.Алкины

Электронная природа тройной углерод-углеродной связи. Строение ацетилена. Стереоселективное гидрирование алкинов.  $C\equiv N$ -кислотность алкинов. Использование ацетиленидов в органическом синтезе. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкенов и алкинов. Гидратация алкинов (реакция Кучерова).

Окислительная димеризация терминальных алкинов в присутствии соединений меди. Нуклеофильное присоединение к алкинам. Синтез виниловых эфиров.

Методы синтеза алкинов: использование реакций элиминирования, ацетиленидов металлов, реакции, катализируемые переходными металлами, миграция тройной связи, реакция Фаворского-Реппе.

## 2.4.Алкадиены

Диены: а) сопряжённые, б) аллены. *s-цис*- и *s-транс*- конформации. 1,2- и 1,4-присоединение к сопряженным диенам. Кинетически и термодинамически контролируемые реакции. Реакция Дильса-Альдера как метод образования  $C-C$  связей и синтеза шестичленных циклов. Диены и диенофилы. Механизм реакции.

Методы получения сопряженных диенов в промышленности и в лаборатории, использование реакций, катализируемых переходными металлами и их комплексами.

## 2.5. Алициклические углеводороды

Классификация алициклов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления и окисления.

Методы синтеза соединений ряда циклопропана и циклобутана. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Синтез соединений со средним размером цикла.

## **2.6. Ароматические углеводороды**

Строение бензола. Формула Кекуле. Ароматичность. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности: энергетический, структурный, магнитный. Признаки ароматичности (реакционная способность).

Промышленные источники ароматических углеводородов. Риформинг. Лабораторные методы синтеза: кросс-сочетание, тримеризация ацетиленов, кетонов, реакция Фриделя-Крафтса, ароматизация циклоалканов, восстановление жирноароматических кетонов.

Свойства кольца и алифатической боковой цепи в ароматических углеводородах. Гидрирование. Восстановление по Бёрчу. Свободнорадикальное галогенирование толуола и его гомологов. Окисление боковой цепи алкилбензолов и поликонденсированных ароматических углеводородов.

Электрофильное замещение в ароматическом ряду.

Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций. Представление о  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексах. Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.

Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных. Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы – изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов.

Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции.

## **3. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ**

### **3.1. Галогенопроизводные алифатического ряда**

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор: получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др. Типы нуклеофилов: анионы, нейтральные молекулы, растворители. Уходящие группы. Классификация по механизму:  $SN_1$  и  $SN_2$ . Влияние пространственных факторов на скорость реакций. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие о ионных парах.

Винил-, фенил-, аллил- и бензил- галогениды и  $\alpha$ -галогенкарбонильные соединения в реакциях нуклеофильного замещения.

Природа нуклеофила. Нуклеофильность и основность. Поляризуемость и сольватация нуклеофила. Мягкость и жесткость нуклеофила. Конкуренция  $SN$  и  $E$  реакций.  $\alpha$ -Эффект. Влияние природы растворителя на протекание реакций нуклеофильного замещения, биполярные, апротонные растворители. Влияние природы уходящей группы. Оценка нуклеофугности группы. Методы создания хорошей уходящей группы: протонирование, эфиры сильных неорганических кислот, электрофильный катализ. Важнейшие примеры синтетического использования реакций нуклеофильного замещения. Методы синтеза алкилгалогенидов.

Реакции элиминирования.

Конкуренция с реакциями нуклеофильного замещения. Механизмы элиминирования (E1, E2). Основные закономерности протекания этих реакций: правила Гофмана и Зайцева. Использование реакций элиминирования для синтеза алкенов, диенов и алкинов.

### **3.2. Галогенопроизводные ароматического ряда**

Механизм присоединения-отщепления  $SN_{Ar}$ , примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей.

Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины.

## **4. ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ**

### **4.1. Спирты**

Способы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, алкилгалогенидов, с использованием реактивов Гриньяра, восстановлением карбонильных соединений. Промышленные способы синтеза метанола, этанола.

Свойства спиртов.

Спирты, как слабые OH-кислоты и как основания Льюиса. Эфиры спиртов и неорганических кислот (серной, фосфорной, фосфористой). Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген. Реакция спиртов с галогенидами фосфора и хлористым тионом. Механизм и стереохимия замещения. Дегидратация спиртов. Окисление спиртов. Важнейшие методы и реагенты, применяемые для окисления спиртов.

Двухатомные спирты.

Особенности химических свойств. Применение диолов.

Методы синтеза диолов: гидроксилирование алкенов, использование реакции Фаворского-Реппе, восстановление  $\alpha,\omega$ -дикарбоновых кислот или их эфиров, восстановительная димеризация кетонов.

### **5.2. Фенолы**

Методы синтеза фенолов: щелочное плавление солей сульфокислот, арилгалогенидов, диазосоединений, кумольный метод. Свойства фенолов: кислотность, таутомерия, синтез простых и сложных эфиров, перегруппировка Фриса, электрофильное замещение, в том числе карбоксилирование по Кольбе, формилирование по Реймеру-Тиману, Вильсмейеру, перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Кляйзена), окисление фенолов, ароксильные радикалы.

## **5. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ**

Синтез из спиртов, алкенов и алкилгалогенидов. Свойства: комплексы с кислотами Льюиса, ращепление кислотами, литийорганическими соединениями, образование перекисей. Оксираны. Раскрытие цикла в оксиранах.

## **6. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ**

### **6.1. Нитросоединения**

Синтез алифатических нитросоединений: нитрование, реакция с нитритами, окисление аминогруппы. Свойства нитросоединений: СН-кислотность, таутомерия, конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление в амины. Важнейшие промежуточные продукты восстановления нитробензола в кислой и щелочной среде.

### **6.2. Амины**

Синтез: алкилирование аммиака и аминов, синтез Габриэля, восстановление азотсодержащих соединений, восстановительное аминирование.

Свойства аминов. Основность, реакции: алкилирование, ацилирование, нуклеофильное присоединение к карбонильной группе. Защита аминогруппы. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Взаимодействие первичных,

вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов.

### 6.3.Диазосоединения

Диазо- и азо- соединения. Соли диазония. Диазотирование первичных ароматических аминов. Агенты диазотирования. Нитрозирование вторичных и третичных аминов. Поведение солей диазония в щелочной среде.

Реакции диазосоединений с выделением азота. Термическое разложение арилдиазония (реакция Шимана и образование фенолов), реакция с иодид-ионом, замещение диазогруппы на водород. Реакция Зандмейера для введения галоген-, циано-, нитрогрупп. Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление, азосочетание (требования к азо- и диазо-компонентам). Примеры азокрасителей (метилоранж).

## 7. КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методы получения альдегидов и кетонов: окисление спиртов, озонлиз алкенов, использование реакций гидроборирования, магнийорганических соединений, купратов, окислительное расщепление диолов, пинаколиновая перегруппировка, восстановление карбоновых кислот и их производных, пиролиз солей карбоновых кислот, гидролиз гем-дигалогенидов, реакция Кучерова, Вакер-процесс\*, гидроформилирование алкенов. Синтез карбонильных соединений с помощью реакций конденсации, с использованием ацетоуксусного эфира. Особые способы синтеза ароматических карбонильных соединений.

Строение альдегидов и кетонов. Физические свойства альдегидов, сравнение со спиртами. Сравнение энергий одинарных и двойных связей углерод-углерод и углерод-кислород.

Присоединение нуклеофилов к карбонильной группе. Различие в реакционной способности между альдегидами и кетонами. Эффекты заместителей. Обратимость реакции, механизм. Примеры реакций: гидратация, присоединение спиртов, гидросульфита натрия, цианистого водорода, ацетиленов. Присоединение азотистых нуклеофилов. Имины. Оксимы, гидразоны. Уротропин.

Реакция карбонильных соединений с магний- и литийорганическими соединениями.

Восстановление карбонильных соединений, особенности использования  $\text{LiAlH}_4$  и  $\text{NaBH}_4$ . Превращение  $\text{C}=\text{O}$  группы в  $\text{CH}_2$ .

Реакция Канницаро.

Реакции, протекающие через образование енольной формы.

Влияние  $\text{C}=\text{O}$  на кислотность  $\alpha$ -СН связей в карбонильных соединениях (КС). Сравнение кислотности КС и спиртов. Енолизация, катализируемая кислотами и основаниями.

Галогенирование карбонильных соединений. Галоформная реакция.

Альдольная конденсация в кислой и щелочной среде. Кротоновая конденсация. Понятие «метиленовой» и «карбонильной» компоненты. Недостатки классического варианта альдольно-кротоновой конденсации. Направленная альдольная конденсация.

Реакция Перкина. Бензоиновая конденсация.

$\alpha,\beta$ -Непредельные альдегиды и кетоны. Способы синтеза. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения на примере аминов, цианистого водорода, металлоорганических соединений,

Окисление карбонильных соединений. Использование хроматов, перманганата калия, солей серебра, автоокисление альдегидов.

Сложноэфирная конденсация.

## 8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Способы синтеза карбоновых кислот: окисление спиртов, карбонильных соединений, непредельных и алкилароматических соединений; гидролиз нитрилов и других производных; использование металлоорганических соединений; синтезы с малоновым и

ацетоуксусным эфиром, галоформная реакция; промышленные способы синтеза важнейших кислот.

Важнейшие свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность, замещение гидроксильной группы, восстановление, синтез производных. Декарбоксилирование: термическое, по Кольбе, реакция Бородина-Хунсдиккера, пиролитическая кетонизация. Реакции по  $\alpha$ -атому (Гелль-Фольгард-Зелинский).

Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды. Синтез хлорангидридов из кислот.

Ангидриды карбоновых кислот и кетены. Важнейшие свойства. Сложные эфиры. Синтез и свойства.

Синтез амидов карбоновых кислот. Свойства: гидролиз, дегидратация, восстановление. Нитрилы. Синтез. Свойства: гидролиз, кислотность  $\alpha$ -СН связей.

Непредельные кислоты. Синтез: реакции Кневенагеля, Виттига, Перкина, Хека, из  $\beta$ -оксикислот. Жиры.

Двухосновные кислоты. Синтез важнейших дикарбоновых кислот. Особенности химических свойств и использование в синтезе. Синтезы с использованием малонового эфира. Фталевая и терефталевая кислоты, получение в промышленности. Фталимид и его использование в синтезе. Фумаровая и малеиновая кислоты, их эфиры и использование в синтезе.

Свойства ацетоуксусного эфира (АУЭ). Таутомерия. Влияние растворителей на положение равновесия. Синтезы с использованием АУЭ. Кетонное и кислотное расщепление. АУЭ. Дианион АУЭ и его раздельное алкилирование.

## **9. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

### **9.1. Гидроксикислоты**

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -гидроксикислоты. Способы получения: из галогенозамещённых кислот (гидролиз), из карбонильных соединений через гидросинитрилы ( $\alpha$ -гидроксикислоты). Получение  $\beta$ -гидроксикислот по реакции Реформатского.

Физические и химические свойства. Особенности свойств  $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\gamma$ -гидроксикислот. Лактиды. Лактоны. Молочная кислота. Винные кислоты.стереоизомерия молочных и винных кислот.

### **9.2. Аминокислоты, пептиды и белки**

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -аминокислоты. Конфигурация природных L-аминокислот. Амфотерность, изоэлектрическая точка. Электрофорез.

Химические свойства -COOH и -NH<sub>2</sub> групп. Хелаты. Бетаины. Поведение при нагревании (ср. с оксикислотами). Синтез сложных эфиров и N-ацилирование – путь к пептидному синтезу

Важнейшие способы синтеза аминокислот: из галогенкарбоновых кислот. Белки. Четыре уровня организации нативных белков.

### **9.3. Оксокислоты**

### **9.4. Углеводы**

Классификация углеводов: по количеству атомов С; по наличию С=О или СНО групп; по количеству циклических фрагментов. Альдозы и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз: глюкопиранозы и глюкофуранозы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Формулы Хеуорса для аномерных моносахаридов. Стереохимия.

Кольчато-цепная таутомерия углеводов. Эпимеры, аномеры, мутаротация. Химические свойства глюкозы как альдегидспирта: D-фруктоза как представитель кетоз. Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Восстанавливающие и

невосстанавливающие сахара. Полисахариды - крахмал, гликоген, целлюлоза, нитроцеллюлоза. Вязкое волокно, производство бумаги.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **➤ Основная литература**

1. Органическая химия : учебник / С. Э. Зурабян, А. П. Лузин ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 384 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-2940-2
2. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 1 / М. В. Ливанцов [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 255 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1053-1 (Ч. I), ISBN 978-5-94774-759-1 1
3. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 2 / М. В. Ливанцов [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 714 с. : ил. - 70х100/16. - (Учебник для высшей школы). ISBN 978-5-9963-1054-8 (Ч. II), ISBN 978-5-94774-759-1
4. Практикум по органической химии [Электронный ресурс] / В. И. Теренин [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 568 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1101-9

### **➤ Дополнительная литература**

1. Органическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ И.В. Богомолова, С.С. Макарихина. - М. : ФЛИНТА, 2013. - 365 с. - ISBN 978-5-9765-1705-9.
2. Ермолаева, Елена Вадимовна. Контрольные задания по органической химии / Е. В. Ермолаева, И. С. Акчурина, Л. А. Дуденкова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра полимерных материалов. — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. — 44 с.
3. Ермолаева, Елена Вадимовна. Основы синтезов органических соединений : учебное пособие / Е. В. Ермолаева, И. С. Акчурина, Е. С. Ильина ; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010. — 104 с. : ил., табл..

### **➤ Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://www.fptl.ru/tehnika-labrabot/prostaja-peregonka.html>
3. <http://alhimic.ucoz.ru/load/36>
4. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
5. <http://www.xumuk.ru>
6. <http://chemistry.narod.ru>
7. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/himiya/deryabina/index.html>
8. ChemSoft 2008

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционный курс читается в классической аудитории или с использованием мультимедийного оборудования. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории кафедры химических технологий. В преподавании используются имеющиеся в составе УМК материалы.

Теоретический курс: лекции, контрольные тесты, задания для контрольной работы .

Лабораторный практикум: лабораторные установки и оборудование (ауд. 334-1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология»

Рабочую программу составил  доц.кафедры ХТ Ермолаева Е.В.

Рецензент  ген.директор ОАО «ЭластПУ» Романов С.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий

Протокол № 3 от 10.11.14 года

Заведующий кафедрой  Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.01 «Биология»

Протокол № 2/1 от 10.11.14 года

Председатель комиссии  Трифонова Т.А.