

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов  
« 25 » 06 2020 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Органическая химия

Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья  
Профиль подготовки Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий  
Уровень высшего образования бакалавриат  
Форма обучения очная

| Семестр | Трудоемкость<br>зач. ед./час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной<br>аттестации<br>(экз./зачет) |
|---------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 2       | 3/108                         | 18              |                              | 18                          | 72           | Зачет   |
| Итого   | 3/108                         | 18              |                              | 18                          | 72           | Зачет   |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: расширение и углубление базовых знаний в области химии.

Задачи: изучение основных теоретических закономерностей превращений органических соединений на примере основных классов органических соединений; приобретение способности пользоваться основными механизмами реакций и предсказывать направления реакций, предсказывать свойства соединений на основе их строения; приобретение практических навыков в проведении синтезов, выделении и очистке органических соединений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРУ ОПОП ВО

Дисциплина «Органическая химия» изучается в базовой части ОПОП.

Пререквизиты дисциплины:

1. Общая и неорганическая химия
2. Физика
3. Математика

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Код формируемых компетенций  | Уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)  |
|--|------------------------------|--|
| ПК-5 Способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья | частичный                    | <p><i>Знать:</i><br/>основы современных теорий в области органической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач.</p> <p><i>Уметь:</i><br/>самостоятельно ставить синтетическую задачу, выбирать оптимальные пути и методы синтеза и анализа, обсуждать результаты исследований, ориентироваться в современной литературе по органической химии;<br/>проводить стандартные органические синтезы, определение констант, подготовку образцов для физико-химических исследований, пользоваться справочной литературой по органической химии.</p> <p><i>Владеть:</i><br/>теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ – представителей основных классов органических соединений: углеводов, гомофункцио-</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | нальных соединений, гетерофункциональных соединений;<br>основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений. |
|--|--|---|

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, **108** часа.

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |     | Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации |
|-------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----|--|--|
|       |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС |  |  |
| 1     | <i>Введение. Основные понятия. Методы выделения и очистки органических веществ<br/>Физико-химические методы анализа органических соединений</i> | 2       | 1-2             | 2  |                      | 6                   | 6   | 4/50   |  |
| 2     | <i>Углеводороды.</i>  |         |                 |  |                      |                     |     |  |  |
| 2.1   | Алканы  | 2       | 3-4             | 2  |                      |                     |     |  |  |
| 2.2   | Алкены  | 2       | 5-6             | 1  |                      |                     | 6   |  |  |
| 2.3   | Диены   | 2       | 5-6             | 1  |                      |                     | 6   |  | РК 1   |
| 2.4   | Алкины  | 2       | 7-8             | 2  |                      |                     | 6   |  |  |
| 2.5   | Алициклические углеводороды   | 2       | 7-8             |  |                      |                     |     |  |  |
| 2.6   | Ароматические углеводороды  | 2       | 9-10            | 2  |                      |                     |     |  |  |
| 3     | <i>Галогенпроизводные.</i>  |         |                 |  |                      |                     |     |  |  |
| 3.1   | Алифатические галогенпроизводные  | 2       | 9-10            |  |                      | 8                   |     | 2/25   |  |
| 3.2   | Ароматические галогенпроизводные  | 2       | 9-10            |  |                      |                     | 8   |  |  |
| 4     | <i>Гидроксилсодержащие производные</i>  |         |                 |  |                      |                     |     |  |  |
| 4.1   | Спирты  | 2       | 11-12           | 1  |                      |                     |     |  |  |
| 4.2   | Фенолы  | 2       | 11-12           | 1  |                      |                     | 8   |  |  |
| 5     | <i>Простые эфиры</i>  | 2       | 11-12           |  |                      |                     |     |  | РК 2   |
| 6     | <i>Азотсодержащие производные</i>   |         |                 |  |                      |                     |     |  |  |
| 6.1   | Нитросоединения   | 2       | 13-14           |  |                      |                     | 6   |  |  |
| 6.2   | Амины   | 2       | 13-14           | 1  |                      |                     |     |  |  |
| 6.3   | Азо- и diaзосоединения  | 2       | 13-14           |  |                      |                     | 10  |  |  |
| 7     | <i>Карбонильные соединения</i>  |         |                 |  |                      |                     |     |  |  |
| 7.1   | Предельные карбонильные соединения  | 2       | 15-16           | 2  |                      |                     |     |  |  |
| 7.2   | Непредельные карбонильные соединения  | 2       | 15-16           |  |                      |                     |     |  |  |
| 7.3   | Ароматические карбонильные соединения   | 2       | 15-16           |  |                      |                     | 10  |  |  |
| 8     | <i>Карбоновые кислоты</i>   |         |                 |  |                      |                     |     |  |  |
| 8.1   | Предельные карбоновые кислоты   | 2       | 17-18           | 2  |                      |                     | 6   |  |  |
| 8.2   | Непредельные карбоновые кислоты   | 2       | 17-18           |  |                      |                     |     |  |  |

|                            |                                  |          |       |           |  |           |           |             |              |
|----------------------------|----------------------------------|----------|-------|-----------|--|-----------|-----------|-------------|--------------|
| 8.3                        | Ароматические карбоновые кислоты | 2        | 17-18 |           |  | 4         |           | 2/50        |              |
| 8.4                        | Многоосновные карбоновые кислоты | 2        | 17-18 | 1         |  |           |           |             | РК 3         |
| <b>Итого по дисциплине</b> |                                  | <b>2</b> |       | <b>18</b> |  | <b>18</b> | <b>72</b> | <b>8/22</b> | <b>Зачет</b> |

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Содержание.** 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, родоначальная 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).

**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.

#### Раздел 2. УГЛЕВОДОРОДЫ

##### Тема 2.1. Алканы

**Содержание.** 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).

### **Тема 2.2. Алкены**

**Содержание.** 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: гидроксирование перманганатом калия по Вагнеру, тетраоксидом осмия, гидроксирование через гидролиз эпоксидов по Прилежаеву. Свободнорадикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу, 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.

### **Тема 2.3. Алкадиены**

**Содержание.** 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.

### **Тема 2.4. Алкины**

**Содержание.** Электронная природа тройной углерод-углеродной связи. Строение ацетилена. Стереоселективное гидрирование алкинов. CН-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-Решпе.

### **Тема 2.5. Ациклические углеводороды**

**Содержание.** Классификация ациклов. 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.

## **Тема 2.6. Ароматические углеводороды**

**Содержание.** 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.

## **Раздел 3. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ**

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

**Содержание.** 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:  $SN1$  и  $SN2$ . 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.

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

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

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

## **Раздел 4. ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ**

### **Тема 4.1. Спирты**

**Содержание.** 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 тиоилом. 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: гидроксирование алкенов, использование реакции Фаворского-Реппе, восстановление  $\alpha, \omega$ -дикарбоновых кислот или их эфиров, восстановительная димеризация кетонов.

### **Тема 4.2. Фенолы**

**Содержание.** 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.

## **Раздел 5. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ**

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

## **Раздел 6. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ**

### **Тема 6.1. Нитросоединения**

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

### **Тема 6.2. Амины**

**Содержание.** 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.

### Тема 6.3. Дيازосоединения

**Содержание.** 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).

## Раздел 7. КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Содержание.** 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 Канниццаро.

Реакции, протекающие через образование енольной формы.

Влияние  $\text{C}=\text{O}$  на кислотность  $\alpha$ - $\text{CH}$  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, металлорганических соединений,

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

Сложноэфирная конденсация.



## **Раздел 8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ**

**Содержание.** 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-Хундликера, 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.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

#### **Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Содержание.** Простая перегонка при атмосферном давлении. Экстракция твердых веществ. Определение основных физико-химических показателей органических веществ (температура плавления, показатель преломления).

#### **Раздел 3. ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ.**

##### **Тема 3.1. Алифатические галогенопроизводные.**

**Содержание.** Синтез бромистого бутила

#### **Раздел 8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ.**

##### **Тема 8.3. Ароматические карбоновые кислоты.**

**Содержание.** Синтез бензойной кислоты

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Органическая химия» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения:

- Анализ ситуаций (раздел 1)
- Тренинг (тема 3.1, 8.3)

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

### Задания рейтинг-контроля №1

Темы: Алканы, Алкены

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.

2. Получите 2-метилбутен-2 из соответствующего спирта, галогенопроизводного, дигалогенопроизводного. 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.

3. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам:

- 1)  $CH_3COONa \longrightarrow CH_4 \longrightarrow A \longrightarrow C_2H_6 \longrightarrow C_2H_4 \longrightarrow C_2H_2 \longrightarrow CO_2$
- 2) Этан  $\rightarrow$  А  $\rightarrow$  хлорэтан  $\rightarrow$  А  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  А  $\rightarrow$  1,2-дибромэтан  $\rightarrow$  А  $\rightarrow$  этандиол-1,2

### Задания рейтинг-контроля №2

Темы: Алкины, Ароматические углеводороды, Галогенопроизводные углеводородов

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

- 1) бромирования
- 2) гидробромирования
- 3) гидратации
- 4) гидрирования
- 5) окисления перманганатом калия в кислой среде
- 6) циклической тримеризации

2. 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  $CH_3ONa$
- 2) с  $CH_3Br + Na$
- 3) с  $CH_3Br$  (в присутствии  $AlBr_3$ )

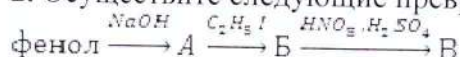
### Задания рейтинг-контроля №3

## Темы: Спирты, Фенолы, Карбонильные соединения, Карбоновые кислоты

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

- 1) металлическим натрием
- 2) с уксусной кислотой
- 3) с хлороводородом
- 4) дегидратации (внутримолекулярной и межмолекулярной)
- 5) окисления перманганатом калия в кислой среде или оксидом меди

2. Осуществите следующие превращения:



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

- 1) с метанолом (CH<sub>3</sub>OH)
- 2) с синильной кислотой (HCN)
- 3) с гидросульфитом натрия (NaHSO<sub>3</sub>)
- 4) с аммиачным раствором оксида серебра ([Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH)
- 5) с водородом

4. 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

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 озонолиз 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 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.
13. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования и ацилирования бензола.

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. Дизамещенные бензолы: согласованная и несогласованная ориентация.
17. Получение из галогеналканов: спиртов, простых и сложных эфиров, нитритов, нитрилов, аминов. Реакции галогеналканов с металлами (Na, Mg).
18. Получение магнийорганических соединений (реактивы Гриньяра). Их строение и свойства: взаимодействие с ацетиленовыми углеводородами с концевой тройной связью, спиртами, кислотами, карбонильными соединениями, диоксидом углерода.
19. Строение одноатомных спиртов. Спирты как ассоциированные жидкости. Причина кислотности спиртов. Реакции образования алкоголятов.
20. Химические свойства спиртов: реакции с галогеноводородными кислотами,  $PCl_5$ , внутри- и межмолекулярная дегидратация, ацилирование и окисление.
21. Получение симметричных и несимметричных простых эфиров (планирование синтеза Вильямсона). Химические свойства простых эфиров: основность, образование оксониевых комплексов, расщепление.
22. Одноатомные фенолы. Причина кислых свойств фенолов. Электрофильное замещение в ядро фенолов.
23. Строение нитрогруппы. Таутомерные превращения нитроалканов. Подвижность водорода при  $\alpha$ -углеродном атоме. Восстановление нитросоединений
24. Строение аминов: гибридизация атома азота, конфигурация молекулы амина, межмолекулярные водородные связи. Связь между строением и основностью амина.
25. Реакции аминов с кислотами, алкилирование и ацилирование аминов. Реакции с азотистой кислотой. Реакции ароматических аминов с альдегидами.
26. Диазосоединения: строение и получение. Реакции с выделением и без выделения азота.
27. Строение карбонильной группы. Химические свойства алифатических карбонильных соединений: присоединение спиртов, гидросульфита натрия, синильной кислоты, пятихлористого фосфора, реактивов Гриньяра.
28. Реакции альдегидов и кетонов с аммиаком и его производными: гидразином, гидросиламином, фенилгидразином.
29. Причина реакционной способности водорода у  $\alpha$ -углеродного атома. Кето-енольная таутомерия. Механизм альдольно-кетоновой конденсации.
30. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Канницаро.
31. Строение и особенности химических свойств  $\alpha, \beta$ -непредельных альдегидов и кетонов (реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения).
32. Реакционная способность ароматических альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения (реакция с синильной кислотой и гидросульфитом натрия). Окисление и восстановление.
33. Реакции конденсации ароматических альдегидов и кетонов: конденсация с алифатическими альдегидами и кетонами, реакция Перкина, перекрестная реакция Канницаро. Их механизмы.
34. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Кислотные свойства одноосновных карбоновых кислот. Реакции кислот с металлами, щелочами, карбонатами, реактивами Гриньяра.
35. Реакция этерификации. Декарбоксилирование и восстановление кислот.
36. Получение производных кислот: солей, амидов, нитрилов, ангидридов и галогенангидридов, сложных эфиров. Гидролиз производных кислот.
37. Особенности химических свойств  $\alpha, \beta$ -непредельных кислот. Акриловая и метакриловая кислоты, акрилонитрил.
38. Особенности физических и химических свойств двухосновных кислот. Кислотность. Реакции декарбоксилирования.
39. Малоновый эфир и синтезы на его основе.

40. Кислотные свойства ароматических карбоновых кислот. Влияние природы и расположения заместителей на силу кислот.

**Самостоятельная работа студента.** В процессе освоения курса Органическая химия СРС заключается в следующем:

1. Изучение некоторых разделов, которые в лекционном курсе не рассмотрены или рассмотрены не в полной мере. При этом используется рекомендованная литература.
2. Подготовка к лабораторным занятиям
3. Подготовка к текущему контролю (решение задач). Варианты заданий представлены в рекомендованных сборниках задач.
4. Подготовка к промежуточному контролю (зачет) с использованием рекомендованной литературы, конспектов лекций и согласно перечню вопросов для проведения зачета.

Более полно методические указания для СРС представлены в составе УМК.

Разделы дисциплины для СРС

1. Раздел 1. Тема 1.1. Основные понятия
2. Раздел 1. Тема 1.2. Методы выделения и очистки органических веществ
3. Раздел 1. Тема 1.3. Физические методы анализа органических веществ
4. Раздел 2. Тема 2.5. Ациклические углеводороды
5. Раздел 3. Галогенпроизводные
6. Раздел 5. Простые эфиры
7. Раздел 6. Тема 6.1. Нитросоединения
8. Раздел 6. Тема 6.2. Амины
9. Раздел 6. Тема 6.3. Азо- и diaзосоединения
10. Раздел 9. Тема 9.1. Гидроксикислоты
11. Раздел 9. Тема 9.2. Аминокислоты
12. Раздел 9. Тема 9.3. Оксокислоты
13. Раздел 9. Тема 9.4. Углеводы

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |                                       |
|---|-------------|---|---------------------------------------|
|   |             | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ |
| 1   | 2           | 3   | 4                                     |
| Основная литература   |             |   |                                       |
| 1. Иванов, Виталий Георгиевич. Органическая химия : учебное пособие для вузов по специальности "Биология" / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. — 5-е изд., стер. — Москва : Академия, 2009. — 620 с. | 2009        | 100   |                                       |

|  |      |     |   |
|--|------|-----|---|
| 2. Органическая химия: учебник для вузов по специальности "Фармация" : в 2 кн. / В. Л. Белобородов [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной .— 3-е изд., стер. — Москва : Дрофа, 2004- .— (Высшее образование, Современный учебник) .— ISBN 5-7107-8723-X. Кн. 1: Основной курс .— 2004 .— 639 с.   | 2004 | 35  |   |
| 3. Вопросы и задачи по органической химии : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Т. К. Веселовская [и др.] ; под ред. Н. Н. Суворова .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1988 .— 255 с.   | 1988 | 133 |   |
| 4. 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.  | 2009 |     | <a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1327/3/00971.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1327/3/00971.pdf</a> |
| 5. 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.  | 2010 |     | <a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1860/3/00739.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1860/3/00739.pdf</a> |
| Дополнительная литература  |      |     |   |
| 1. Органическая химия : учебник для вузов по специальности "Фармация" : в 2 кн. / В. Л. Белобородов [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной .— Москва : Дрофа, 2002-2008 .— (Высшее образование, Современный учебник). Кн. 2: Специальный курс .— 2008 .— 592 с.   | 2008 | 7   |   |
| 2. Дуденкова, Любовь Александровна. Основные понятия органической химии : учебное пособие для студентов 1-3 курсов / Л. А. Дуденкова, И. С. Акчурина, Е. В. Ермолаева ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2003 .— 51 с.   | 2003 |     | <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/879">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/879</a>                           |
| 3. Грандберг, Игорь Иоганнович. Практические работы и семинарские занятия по органической химии : учебное пособие для вузов по органической химии / И. И. Грандберг .— 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Дрофа, 2001 .— 349 с.  | 2001 | 13  |   |
| 4. Дуденкова, Любовь Александровна. Задания для подготовки к рейтинг-контролю по органической химии : [для студентов 1-3 курсов] / сост. Л. А. Дуденкова, Е. В. Ермолаева, И. С. Акчурина ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра технологии переработки пластмасс .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2004 .— 39 с. | 2004 |     | <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/875">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/875</a>                           |

## 7.2. Периодические издания

1. Журнал органической химии. СПб.: Наука. ISSN (PRINT): 0514-7492. Импакт-фактор (РИНЦ): 0,848

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. <https://www.chem21.info/info/1920487/>


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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории органической химии.

Лаборатория органической химии оснащена следующим оборудованием: шкаф вытяжной; шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ; рефрактометр ИРФ-454 Б2М; весы; аналитические SCL 150; прибор вакуумного фильтрования ПВФ 35-НБ; колбагреватели LOIP LH-250; баня масляно-песчаная электрическая; баня для горячего фильтрования; термостат LW-4; гомогенизатор MPW-324; устройство просушивания химической посуды ЭКРОС 2000; комплект химической посуды и реактивы.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Windows 7; Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316.

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

Рецензент \_\_\_\_\_ ген.директор ООО «ЭластПУ» к.т.н. Романов С.В. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий \_\_\_\_\_

Протокол № 19 от 03.06.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Панов Ю.Т.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 31 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_