



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Химический факультет  
Кафедра теоретической и прикладной органической химии  
и полимеризационных процессов



УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета  
А.И. Вильмс  
«09» июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.0.20. Органическая химия  
Направление подготовки: 04.03.01. Химия  
(код, наименование направления подготовки)  
Направленность (профиль) подготовки: Химия нефти и газа  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
(очная, заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий),  
очно-заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий))

Согласовано с УМК химического факультета Рекомендовано кафедрой теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов

Протокол № 05 от «09» июня 2023 г. Протокол № 09 от «02» июня 2023 г.

Председатель Вильмс А.И. Зав. кафедрой Эдельштейн О.А.

Иркутск – 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

|  |    |
|--|----|
| I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....   | 3  |
| II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....   | 3  |
| III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....   | 3  |
| IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 4  |
| 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов ..... | 5  |
| 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.   | 6  |
| 4.3 Содержание разделов и тем дисциплины .....   | 8  |
| 4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ .....   | 12 |
| 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов .....                                       | 13 |
| 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....   | 14 |
| 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....  | 15 |
| V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....  | 15 |
| а) основная литература .....   | 15 |
| б) дополнительная литература .....   | 15 |
| в) периодические издания .....   | 16 |
| г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....  | 16 |
| VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 17 |
| 6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....   | 17 |
| 6.2. Программное обеспечение: .....  | 17 |
| 6.3. Технические и электронные средства: .....   | 18 |
| VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....  | 18 |
| VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....   | 19 |
| 8.1. Оценочные средства (ОС)текущего контроля: .....   | 20 |
| 8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации .....   | 22 |

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Цели:** дать химикам фундаментальные знания в области теории и практики современной органической химии.

**Задачи:**

- рассмотрение вопросов, связанных с номенклатурой, составом, структурой, электронным строением и химическими свойствами основных классов органических соединений,
- дать понятия об основных типах механизмов реакций для различных классов органических соединений;
- изучение классификации органических реакций, типов реагентов, условий проведения реакций.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны научиться оценивать реакционную способность различных органических соединений на основе электронных эффектов, кислотности и основности органических молекул. Иметь конкретные представления о методиках синтеза различных соединений и использовать их на практике.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина «Органическая химия» относится к базовой (обязательной) части программы.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

| № п/п | Код дисциплины | Наименование предшествующих дисциплин |
|-------|----------------|---------------------------------------|
| 1     | Б1. О.10       | Математика                            |
| 1     | Б1. О.13       | Механика и молекулярная физика        |
| 2     | Б1. О.16       | Общая химия. Химия неметаллов.        |
| 3     | Б1. О.17       | Металлическая связь. Химия металлов   |

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Полученные знания, умения и навыки необходимы при дальнейшем изучении дисциплин: Б1.О.20 – «Органическая химия производных углеводов», Б1.О.26 – «Высокомолекулярные соединения», Б1.О.27 – «Процессы и аппараты. Химическая технология переработки нефти и газа», Б1.В.09 – «Химия горючих ископаемых», Б1.В.11- «Состав, структура и физико-механические свойства нефти», Б1.В.ДВ.01.01 - «Физико-химия поверхностно-активных веществ», Б1.В.ДВ.02.01 «Химия мономеров»,. Знание этой дисциплины необходимо при дальнейшем обучении в магистратуре и аспирантуре, а также в сферах профессиональной деятельности: здравоохранение (синтез и контроль качества), химия природного органического сырья (изучение состава и разработка способов переработки и практического использования продуктов из угля, нефти, природного газа) и др.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

| <b>Компетенция</b>  | <b>Индикаторы компетенций</b>  | <b>Результаты обучения</b>  |
|---|--|---|
| <b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений  | ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | <b>Знает:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической, органической) и способы их использования при решении конкретных химических задач<br><b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках химической науки   |
| <b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм ТБ химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием | ОПК-2.1 Работает с органическим веществом с соблюдением норм техники безопасности  | <b>Знает:</b> синтеза веществ различной природы; основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов; правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами<br><b>Умеет:</b> проводить одно- и двухстадийные синтезы с использованием предлагаемых методик; работать на стандартном химическом оборудовании<br><b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи |
|   | ОПК-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик   |   |
| <b>ОПК-6</b> Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе                          | ПК-6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке  | <b>Знает:</b> правила составления отчетов химических опытов; <b>Умеет:</b> представлять результаты опытов согласно требованиям в данной области химии<br><b>Владеет:</b> навыками представления собственных результатов в информационной научно образовательной среде   |

#### **IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единицы, 324 часа.  
Форма промежуточной аттестации: экзамен, зачет

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

| № п/п  | Раздел дисциплины/темы                                     | Семестр | Всего часов | Из них практическая подготовка обучающихся | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                     |     |                        |                        | Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--|--|---------|-------------|--|--|-------------------------------------|-----|------------------------|------------------------|---|
|  |  |         |             |  | Контактная работа преподавателя с обучающимися   |                                     |     |                        | Самостоятельная работа |   |
|  |  |         |             |  | Лекции   | Лабораторные (практические занятия) | КСР | Консультации, контроль |                        |   |
| <b>Раздел 1. Теоретические основы органической химии</b> |  |         |             |  |  |                                     |     |                        |                        |   |
| 1  | Введение   | 4       |             |  | 1  | -                                   |     | -                      | -                      | -   |
| 2  | Основные понятия в органической химии                      | 4       |             |  | 3  | -                                   |     | -                      | 6                      | Коллоквиум  |
| 3  | Классификация и номенклатура органических соединений       | 4       |             |  | 6  | 2                                   |     |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР, проверка КР коллоквиум   |
| 4  | Типы химической связи. Ковалентная связь                   | 4       |             |  | 8  | 4                                   |     |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР   |
| 5  | Электронные эффекты: индуктивный и мезомерный (сопряжение) | 4       |             |  | 6  | 4                                   |     |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум   |
| 6  | Классификация реагентов и реакций                          | 4       |             |  | 6  | 4                                   |     |                        | 4                      | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум   |
| <b>Раздел 2. Углеводороды</b>                            |  |         |             |  |  |                                     |     |                        |                        |   |
| 7  | Алканы и циклоалканы. Строение, получение                  | 4       |             |  | 4  | 12                                  |     |                        | 4                      | Проверка отчетов ЛР   |
| 8  | Алканы и циклоалканы. Химические свойства.                 | 4       |             |  | 6  | 6                                   |     |                        | 2                      | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум   |
| 9  | Алкены. Строение, получение, химические свойства           | 4       |             |  | 4  | 12                                  |     |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР   |
| 10   | Алкадиены. Строение, получение, химические свойства        | 4       |             |  | 4  | 6                                   |     |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум   |
| 11   | Алкины. Строение, получение, химические свойства           | 4       |             |  | 6  | 12                                  |     |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум   |

| № п/п              | Раздел дисциплины/темы   | Семестр | Всего часов | Из них практическая подготовка обучающихся | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                     |           |                        |                        | Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--------------------|--|---------|-------------|--|--|-------------------------------------|-----------|------------------------|------------------------|---|
|                    |  |         |             |  | Контактная работа преподавателя с обучающимися   |                                     |           |                        | Самостоятельная работа |   |
|                    |  |         |             |  | Лекции   | Лабораторные (практические занятия) | КСР       | Консультации, контроль |                        |   |
| 12                 | Арены. Ароматичность   | 4       |             |  | 4  | 6                                   |           |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР   |
| 13                 | Арены. Химические свойства   | 4       |             |  | 6  | 16                                  |           |                        | 6                      | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум -   |
| 14                 | Галогеналканы. Получение, химические свойства                      | 4       |             |  | 4  | 16                                  |           |                        | 10                     | Проверка отчетов ЛР   |
| 15                 | Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования в галогеналканах | 4       |             |  | 4  | 8                                   |           |                        | 19                     | Проверка отчетов ЛР, коллоквиум -   |
|                    | Промежуточная аттестация   | 4       |             |  |  |                                     | 15        | 10                     |                        | Экзамен, зачёт  |
| <b>Итого часов</b> |  |         | <b>324</b>  |  | <b>72</b>  | <b>90</b>                           | <b>15</b> | <b>10</b>              | <b>93</b>              | <b>44</b>   |

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр | Название раздела, темы   | Самостоятельная работа обучающихся  |                    |                        | Оценочное средство                | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|---------|--|---|--------------------|------------------------|-----------------------------------|--|
|         |  | Вид самостоятельной работы  | Сроки выполнения   | Затраты времени (час.) |                                   |  |
| 3       | Теоретическое введение в органическую химию. Строение органических соединений. | Подготовка к контрольной работе по теме «Номенклатура органических соединений»      | В течение семестра | 1                      | Устное собеседование              | Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1.             |
| 3       | Теоретическое введение в органическую химию. Ковалентная связь.                | Подготовка к контрольной работе по теме «Номенклатура органических соединений»      | В течение семестра | 1                      | Проверка контрольной работы.      | Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1.             |
| 3       | Теоретическое введение в органическую химию. Электронные эффекты.              | Подготовка отчета по ЛР «Техника лабораторных работ» (перекристаллизация, возгонка) | В течение семестра | 2                      | Практические задания по теме      | Практикум по органической химии                        |
| 3       | Теоретическое введение в органическую химию. Классификация реагентов и реакций | Подготовка отчета по ЛР «Техника лабораторных работ» (экстракция)                   | В течение семестра | 2                      | Проверка отчета по ЛР. Коллоквиум | Практикум по органической химии                        |

| Семестр | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся  |                  |                        | Оценочное средство  | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                      |
|---------|------------------------|---|------------------|------------------------|---|---|
|         |                        | Вид самостоятельной работы  | Сроки выполнения | Затраты времени (час.) |   |   |
| 3       | Алканы циклоалканы.    | и Подготовка отчета по ЛР «Техника лабораторных работ» (простая и вакуумная перегонка)  | 1 -6 неделя      | 6                      | Проверка отчета по ЛР                                     | Практикум по органической химии. Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1. |
| 3       | Алканы циклоалканы.    | и Подготовка отчета по ЛР «Техника лабораторных работ» (перегонка с паром)              | 1 -6 неделя      | 6                      | Проверка отчета по работе. Коллоквиум                     | Практикум по органической химии. Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1. |
| 3       | Алкены алкадиены       | и Подготовка отчета по ЛР «Техника лабораторных работ» (выделение органических веществ) | 1 -6 неделя      | 6                      | Проверка отчета по ЛР                                     | Практикум по органической химии. Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1. |
| 3       | Алкены алкадиены       | и Подготовка отчета по ЛР «Техника лабораторных работ» (выделение органических веществ) | 1 -6 неделя      | 4                      | Проверка отчета по ЛР. Коллоквиум                         | Практикум по органической химии. Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1. |
| 3       | Алкины.                | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (простые эфиры)                | 1 -бнеделя       | 4                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез простых эфиров»             | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Алкины.                | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (сложные эфиры)                | 1 -бнеделя       | 2                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез сложных эфиров». Коллоквиум | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Арены                  | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (нитроарены)                   | 7 -16 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез нитроаренов»                | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Арены                  | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (сульфоарены)                  | 7 -16 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез сульфоаренов»               | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Арены                  | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (арилгалогениды)               | 7 -18 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез арилгалогенидов»            | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Арены                  | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (алкилзамещенные арены)        | 7 -16 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез алкиларенов»                | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Арены                  | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (ацетилзамещенные арены)       | 7 -16 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез ацетиларенов». Коллоквиум   | Практикум по органической химии. Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1. |
| 3       | Галогеналканы          | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (ацетилзамещенные арены)       | 7 -16 неделя     | 10                     | Проверка отчета по ЛР «Синтез галогеналканов»             | Практикум по органической химии.  |
| 3       | Галогеналканы          | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (галогеналканы)                | 7-16 неделя      | 3                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез галогеналканов»             | Практикум по органической химии.  |

| Семестр   | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся                                       |                  |                        | Оценочное средство  | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                      |
|---|------------------------|--|------------------|------------------------|---|---|
|   |                        | Вид самостоятельной работы   | Сроки выполнения | Затраты времени (час.) |   |   |
| 3   | Галогеналканы          | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (галогеналканы) | 7 -16 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез галогеналканов»             | Практикум по органической химии.  |
| 3   | Галогеналканы          | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (галогеналканы) | 7 -16 неделя     | 6                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез галогеналканов»             | Практикум по органической химии.  |
| 3   | Галогеналканы          | Подготовка отчета по ЛР «Синтез органических соединений» (галогеналканы) | 7 -16 неделя     | 4                      | Проверка отчета по ЛР «Синтез галогеналканов». Коллоквиум | Практикум по органической химии. Учебное пособие «Органическая химия». Ч.1. |
| Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)                                     |                        |  |                  | 93                     |   |   |
| Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час) |                        |  |                  | 93                     |   |   |

### 4.3 Содержание разделов и тем дисциплины

|  |  |
|--|--|
| Трудоемкость дисциплины (з.е.)           | 9  |
| Наименование основных разделов (модулей) | <p><b>Раздел 1. Теоретические основы органической химии</b></p> <p><b>1. Введение.</b> Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Способы изображения молекул органических соединений, структурные и электронные формулы. Органическая химия на современном этапе, наша жизнь и органическая химия.</p> <p><b>2. Строение органических соединений.</b> Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Молекулярные модели. Изомерия и ее виды. Гомология. Основные функциональные группы. Классификация органических соединений. Основы номенклатуры органических соединений. Заместительная номенклатура, ИЮПАК. Понятия родоначальной структуры, характеристических групп. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных, непредельных, ароматических заместителей. Старшинство функциональных групп. Основные правила составления заместительных названий органических соединений, тривиальные и рациональные названия.</p> <p>Химическая связь, валентность, электроотрицательность. Типы химической связи: ионная, ковалентная (неполярная, полярная), донорно-акцепторная, водородная. Типы гибридизации (валентное состояние) атома углерода в органических соединениях, теория взаимного отталкивания электронных орбиталей. <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-Связи атомов углерода, физические характеристики связей: длина, валентные углы, энергия, полярность. Ковалентная связь с точки зрения метода молекулярных орбиталей (МО). Электронные эффекты заместителей. Взаимодействие между атомами и группами атомов через связи (эффекты индуктивный, сопряжения и сверхсопряжения). Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Примеры групп с +I, -I, +M и -M-эффектами. Эффект гиперконъюгации (сверхсопряжения). Резонансные структуры,</p> |



правила их построения. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи.

**3. Органические реакции и реагенты.** Классификация реагентов и реакций. Правила записи уравнений органических реакций. Понятия субстрата, реагента, реакционного центра, механизма реакции. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбанионы. Электронное и пространственное строение промежуточных частиц. Кислоты и основания (Й. Бренстед, Г. Льюис). Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Кислотно-основные равновесия. Константа кислотности  $pK_a$ , константа основности  $pK_b$ . Классификация реакций по типу разрыва и образования связи (гомолитические, гетеролитические, перициклические). Классификация реакций по структурным изменениям в реакционном центре (реакции одноэлектронного переноса, замещения, присоединения, элиминирования, перегруппировки, циклизации, полимеризации). Окислительно-восстановительные реакции. Классификация реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы.

## **Раздел 2. Углеводороды**

**4. Алканы.** Природные источники алканов - нефть и газ. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Строение молекул алканов. Конформации этана и бутана. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана. Физические свойства алканов. Методы синтеза: процесс Фишера-Тропша гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литий-диалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе), восстановление карбонильных соединений, из галогеналканов (восстановление, реакция Вюрца, протолиз реактивов Гриньяра).

Химические свойства алканов: окисление алканов, реакции галогенирования (хлорирование, бромирование, фторирование). Механизм цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Алкильные радикалы и факторы, определяющие их относительную устойчивость и реакционную способность. Селективность радикальных реакций. Нитрование (по Коновалову, по Гессу), механизм реакции нитрования. Сульфохлорирование и сульфоокисление алканов. Термический крекинг (механизм), дегидроциклизация алканов.

**5. Алициклические соединения.** Циклоалканы и их производные. Классификация и номенклатура алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот сгорания циклоалканов. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Методы синтеза циклопропана, циклобутана и их производных. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Некоторые особенности химических свойств циклоалканов.

**6. Алкены.** Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура). Природа двойной связи. Молекулярные орбитали этилена. Методы синтеза: крекинг и дегидрирование алканов, элиминирование галогеноводорода

из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование вицигалогеналканов, аммониевых солей (реакция Гофмана), реакция Виттига, восстановительное сдвигание кетонов, восстановление алкинов. Физические свойства алкенов.

Химические свойства алкенов. Окисление алкенов до оксиранов (Н.А. Прилежаев) и до диолов по Вагнеру ( $\text{KMnO}_4$ ). Исчерпывающее окисление алкенов с помощью  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{CrO}_3$ . Окисление солями палладия. Озонолиз алкенов и восстановительное расщепление озонидов. Восстановление алкенов (гидрирование и гидроборирование алкенов). Электрофильное присоединение ( $\text{A}_E$ ). Общее представление о механизме реакций,  $\pi$  и  $\sigma$ -комплексы, энергетика, стереохимия. Правило В.В. Марковникова, индуктивный и мезомерный эффекты в алкенах и виниловых соединениях. Конкретные реакции  $\text{A}_E$ . Галогенирование: механизм, стереохимия. Гидрогалогенирование, гидратация. Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода (механизм) к алкенам и аллильное галогенирование по Циглеру. Гидроформилирование алкенов. Реакции циклоприсоединения ( $[2+1]$ ,  $[2+2]$ ,  $[4+2]$ ). Радикальная, катионная полимеризация алкенов. Полимеризация на металлокомплексных катализаторах Циглера-Натта.

**7. Алкадиены.** Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Аллены (алкадиены-1,2): изомерия, номенклатура и строение. Стереохимия 1,3-дизамещенных алленов. Методы синтеза кумуленов: дегидрогалогенирование и дегалогенирование галогенпроизводных алкенов, перегруппировка ацетиленовых производных.

Химические свойства алленов. Окисление и восстановление, реакции электрофильного присоединения (галогенирования гидрогалогенирования, гидратации) с участием алленов. Аллены в реакциях циклоприсоединения. Алкадиены-1,3 (бутадиен-1,3 и изопрен). Бутадиен-1,3, особенности строения. Методы получения 1,3-диенов: метод Лебедева С.В., дегидрирование продуктов крекинга нефти, дегидратация диолов и непредельных спиртов, расщепление 1,3-диоксана. Химические свойства 1,3-диенов. Гидрирование бутадиена-1,3. Электрофильное галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. Аллильный катион. 1,2- и 1,4-присоединение, термодинамический и кинетический контроль. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, электронные требования для участия в реакции Дильса-Альдера. Полимеризация диенов-1,3. Строение продуктов полимеризации.

**8. Алкины.** Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Промышленные способы получения ацетилена пиролизом метана, термоокислительным крекингом метана, гидролизом карбидов металлов. Методы синтеза алкинов с помощью реакций отщепления, алкилирования терминальных ацетиленов.

Химические свойства алкинов.  $\text{C}\equiv\text{N}$ -кислотность ацетилена и терминальных ацетиленов. Ацетилениды щелочных металлов, серебра и меди, магнийорганические производные алкинов. Окисление алкинов с использованием  $\text{KMnO}_4$  и озона. Восстановление алкинов до цис- и транс- алкенов. Электрофильное присоединение ( $\text{A}_E$ ) к алкинам (механизмы). Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация алкинов (реакция

|  |   |
|--|---|
|  | <p>М.Г. Кучерова), присоединение карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного присоединения (<math>A_N</math>) к алкинам. Реакции винилирования спиртов, синильной кислоты. Реакции радикального присоединения (<math>A_R</math>) к алкинам (галогенирование и гидрогалогенирование). Алкины, как нуклеофильные реагенты. Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (реакция А.Е. Фаворского). Димеризация, циклоолигомеризация и полимеризация ацетиленов. Окислительная конденсация терминальных алкинов под действием солей меди. Ацетилен-алленовая изомеризация. Карбонилирование алкинов.</p> <p><b>9. Арены.</b> Арены ряда бензола. Получение бензола и его гомологов в промышленности: каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы, диспропорционирование толуола, алкилирование бензола алкенами. Лабораторные методы синтеза: реакция Вюрца-Фиттига, алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов, декарбоксилирование аренкарбоновых кислот, тримеризация ацетилена.</p> <p>Концепция ароматичности. Строение бензола. Формула Кекуле. Понятие ароматичности. Правило Хюккеля. Аннулены ароматические и неароматические. Ароматические катионы и анионы (циклопропенильный катион, цикlopентадиенильный анион, катион тропилия), гетероароматические соединения. Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропенил-аниона, катиона цикlopентадиенилия. Круги Фроста. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен. Критерии ароматичности (структурный, энергетический и химический).</p> <p>Свойства аренов. Реакции бензола и нафталина, сопровождающиеся нарушением ароматической системы: гидрирование, хлорирование, окисление, озонлиз. Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот. Реакции электрофильного замещения (<math>S_E</math>) в ароматическом ряду. Общие представления о механизме реакций. Представление о <math>\pi</math>- и <math>\sigma</math>-комплексах. Взаимодействие с <math>H</math>-электрофилими. Протонирование аренов и <math>H/D</math>-изотопный обмен в них. Галогенирование бензола. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования. Нитрование бензола. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Сульфирование бензола и его производных. Сульфлирующие агенты. Механизм реакции сульфирования. Алкилирование бензола по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции алкилирования. Ацилирование бензола по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции ацилирования. Формилирование по Коху с использованием окиси углерода. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители - ориентанты первого и второго рода. Галогены, как заместители. Согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в бензольном цикле.</p> <p>Реакции нуклеофильного замещения (<math>S_NAr</math>) в ароматическом ряду. Замещение гидрид-иона. Активирующее действие акцепторных заместителей в цикле. Замещение атомов галогенов и нитрогруппы.</p> |
|--|---|

|                                |   |
|--------------------------------|---|
|                                | <p>Активирующие группы и ориентация. Бимолекулярный механизм <math>S_NAE</math> в активированном цикле. Ариновый механизм <math>S_NEA</math> в неактивированном цикле.</p> <p><b>10. Галогенпроизводные углеводородов.</b> Номенклатура, изомерия, физические свойства. Способы получения из алканов, алкенов, спиртов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, замещением атома одного галогена атомом другого, галогенметилирование аренов. Химические свойства галогеналканов: восстановление, замещение галогена на атом металла, реакция Вюрца.</p> <p>Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера. Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Основные характеристики <math>S_N1</math>, <math>S_N2</math> реакций: механизм, кинетика, энергетический профиль реакций, стереохимия. Факторы, определяющие протекание реакции по механизму <math>S_N1</math> или <math>S_N2</math> (структурные и внешние факторы). Факторы, влияющие на скорость <math>S_N1</math> и <math>S_N2</math> реакций. Влияние уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента на скорость <math>S_N2</math> реакций. Селективность реакций нуклеофильного замещения: амбидентные ионы (нуклеофилы). Галогеналканы в реакциях <math>S_N</math>. Реакции с галогеннуклеофилами (вальденовское обращение конфигурации), O-, N-, S-, C-нуклеофилами.</p> <p>Реакции элиминирования. Классификация реакций элиминирования. Классификация механизмов <math>\beta</math>-элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования: правило Зайцева. Стереохимия элиминирования. Конкуренция процессов E2 и <math>S_N2</math>, E1 и <math>S_N1</math>. Факторы влияющие на эту конкуренцию. Использование реакций <math>\beta</math>-элиминирования в галогеналканах для синтеза алкенов, диенов и алкинов.</p> |
| Формы текущего контроля        | Проверка отчетов ЛР, проверка КР, коллоквиумы   |
| Форма промежуточной аттестации | Экзамен, зачет  |

#### 4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ

| № п/п | № раздела и темы дисциплины (модуля) | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость (час.) |                                | Оценочные средства | Формируемые компетенции |
|-------|--------------------------------------|--|---------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------|
|       |                                      |  | Всего часов         | Из них практическая подготовка |                    |                         |
| 1     | Техника лабораторных работ           | 1. Перегонка<br>2. Перегонка с паром<br>3. Экстракция<br>4. Перекристаллизация | 12                  |                                | Устный опрос,      | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6 |

|   |                              |   |    |  |  |  |
|---|------------------------------|---|----|--|--|--|
| 2 | Получение простых эфиров     | 1.Диизоамиловый эфир<br>2.Дибутиловый эфир<br>3.Бензилэтиловый эфир<br>4.Диоксан  | 12 |  |  |  |
| 3 | Получение сложных эфиров     | 1.Этилацетат<br>2.Бензойноэтиловый эфир<br>3.Уксуснобутиловый эфир<br>4.Уксусноизоамиловый эфир   | 12 |  |  |  |
| 4 | Получение галогенпроизводных | 1.Бромистый этил<br>2.Бромистый бутил<br>3.Йодоформ<br>4.Бромистый пропил   | 18 |  |  |  |
| 5 | Реакции аминирования         | 1.Ацетанилид<br>2.Бензанилид  | 12 |  |  |  |
| 6 | Реакции нитрования           | 1.Нитробензол<br>2. о- и п-Нитрофенолы<br>3.м-Нитробензойная кислота<br>4.м-Динитробензол<br>5.п-Нитродифенил<br>6.3-Нитрофталеваая кислота | 12 |  |  |  |
| 7 | Сульфирование                | 1.Сульфаниловая кислота<br>2.п-Толуолсульфо кислота<br>3.п-Ксилолсульфо кислота<br>4.β-Нафталинсульфо кислота                               | 12 |  |  |  |

**4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов**

| № | Тема   | Задание   | Формируемая компетенция | ИДК     |
|---|--|---|-------------------------|---------|
| 1 | Введение   | Выполнение практических заданий по теме «Классификация, номенклатура, изомерия»             | ОПК-1                   | ОПК-1.2 |
| 2 | Пространственное строение органических соединений        | Выполнение практических заданий по теме «Пространственное строение органических соединений» | ОПК-1                   | ОПК-1.2 |
| 3 | Ковалентная связь  | Выполнение практических заданий по теме «Типы химических связей»                            | ОПК-1                   | ОПК-1.2 |
| 4 | Органические реакции и реагенты                          | Выполнение практических заданий по теме «Органические реакции и реагенты»                   | ОПК-1                   | ОПК-1.2 |
| 5 | Алгоритм анализа химических свойств органических молекул | Выполнение практических заданий по теме «Реакционная способность органических соединений»   | ОПК-1                   | ОПК-1.2 |

|    |                                 |   |                |                                 |
|----|---------------------------------|---|----------------|---------------------------------|
| 6  | Техника экспериментальных работ | Подготовка отчета по лабораторным работам «Техника экспериментальных работ» | ОПК-1          | ОПК-1.2                         |
| 7  | Алканы и циклоалканы            | Подготовка отчета по лабораторным работам «Алканы и циклоалканы»            | ОПК-2<br>ОПК-6 | ОПК-2.1;<br>ОПК-2.3;<br>ОПК-6.1 |
| 8  | Алкены, диены полиены           | Подготовка отчета по лабораторным работам «Алкены, диены полиены»           | ОПК-2<br>ОПК-6 | ОПК-2.1;<br>ОПК-2.3;<br>ОПК-6.1 |
| 9  | Алкины                          | Подготовка отчета по лабораторным работам «Алкины»                          | ОПК-2<br>ОПК-6 | ОПК-2.1;<br>ОПК-2.3;<br>ОПК-6.1 |
| 10 | Арены                           | Подготовка отчета по лабораторным работам «Ароматические углеводорода»      | ОПК-2<br>ОПК-6 | ОПК-2.1;<br>ОПК-2.3;<br>ОПК-6.1 |
| 11 | Галоген-углеводороды            | Подготовка отчета по лабораторным работам «Галогенуглеводороды»             | ОПК-2<br>ОПК-6 | ОПК-2.1;<br>ОПК-2.3;<br>ОПК-6.1 |

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г. Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде контрольных работ проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и обработке полученных экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в учебном пособии - Практикум по органической химии: учеб. пособие / В. И. Теренин [и др.] ; ред. Н. С. Зефиоров. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. - 568 с.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По данной дисциплине выполнение курсовых проектов (работ) не предусматривается.

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### а) основная литература

1. Копаева, Н. А. Органическая химия : методические рекомендации / Н. А. Копаева, Г. Ю. Андреева. — Липецк : Липецкий ГПУ, 2020. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156083> (дата обращения: 12.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей

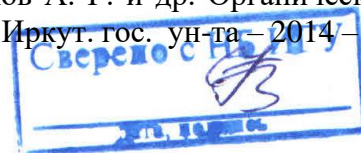
Травень Ф.В. Органическая химия : учебное пособие для вузов. Т.1 - 3-е изд. (эл.)— М.: Изд-во Бинوم. Лаборатория знаний – 2013 (Режим доступа ЭБС «Издательство «Лань»)

2. Травень Ф.В. Органическая химия : учебное пособие для вузов. Т.2 - 3-е изд. (эл.)— М.: Изд-во Бинوم. Лаборатория знаний – 2013 (Режим доступа ЭБС «Издательство «Лань»)

3. Травень Ф.В. Органическая химия : учебное пособие для вузов. Т.3 - 3-е изд. (эл.)— М.: Изд-во Бинوم. Лаборатория знаний – 2013 (Режим доступа ЭБС «Издательство «Лань»)

4. Финкельштейн Б. Л., Эдельштейн О. А., Пройдаков А. Г. Органическая химия: в 2 ч. Ч. 1 – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та – 2013 – 148 с.

5. Эдельштейн О. А., Финкельштейн Б. Л., Пройдаков А. Г. и др. Органическая химия: в 2 ч. Ч. 2. Нуклеофильные реакции – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та – 2014 – 95 с.



#### б) дополнительная литература

1. Реутов О. А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: ч. 1.- 4-е изд. (эл.) (Классический университетский учебник) – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний – 2012 - Режим доступа ЭЧЗ «Библиотех»

2. Реутов О. А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: ч. 2.- 4-е изд. (эл.) (Классический университетский учебник) – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний – 2012 (- Режим доступа ЭЧЗ «Библиотех»

3. Реутов О. А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: ч. 3.- 4-е изд. (эл.) (Классический университетский учебник) – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний – 2012 - Режим доступа ЭЧЗ «Библиотех»

4. Реутов О. А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: ч. 4.- 4-е изд. (эл.) (Классический университетский учебник) – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний – 2012 - Режим доступа ЭЧЗ «Библиотех»
5. Боровлев И.В. Органическая химия: термины и основные реакции знаний. Учебное пособие. – 2-е изд. (эл.) - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний –2013 – 359 с. (ЭБС «Издательство «Лань»)
6. Ливанцов М.В., Зайцева Г.С., Ливанцова Л.И. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями Ч.І - Ч.ІІ (эл.) - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний –2012 – 359 с. (ЭБС «Издательство «Лань»)
7. Курц А.Л., Ливанцов М.В., Чепраков А.В. Задачи по органической химии с решениями. – 2-е изд. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний –2004
8. Хельвинкель Д. Систематическая номенклатура органических соединений (эл.) - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний –2014 – (ЭБС «Издательство «Лань»)

#### **в) периодические издания**

1. Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
2. Открытая электронная база ресурсов и исследований «Университетская информационная система РОССИЯ» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>
3. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://нэб.рф>.
4. Образовательный ресурс Интернета. ХИМИЯ.
5. Обучающая компьютерная программа «Основы органической химии»

#### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Интернет-источниками по курсу являются сайты университетов и библиотек, имеющие сайты по органической химии

1. <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html#lib> (Библиотека Химического факультета МГУ им. Ломоносова)
2. <http://www.gpntb.ru/> (Государственная публичная научно-техническая библиотека)
3. <http://analyt.chem.msu.ru/>
4. [www.rusanalytchem.org](http://www.rusanalytchem.org) (Портал "Аналитическая химия в России")
5. <http://www.anchem.ru/literature/> (Аналитика – Мир Профессионалов)
6. [www.scirus.com](http://www.scirus.com) – поиск научной информации по журналам и web
7. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека РФФИ
8. <http://www.catalysis.nsk.su>
9. <http://www.mioo.ru>
10. <http://mgpu.ru/>
11. <http://1stseptember.ru/>
12. <http://www.chem.msu.ru/>
13. <http://www.alchimik.ru/>

В соответствии с п. 4.3.4. ФГОС ВО, обучающимся в течение всего периода обучения обеспечен неограниченный доступ (удаленный доступ) к электронно-библиотечным системам:

1. Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Контракт № 148 от 23.12.2020 г. Акт от 24.12.2020 г. срок действия по 31.12. 2021 г. доступ: <http://elibrary.ru/>



2. ЭБС «Издательство Лань». Контракт № 100 от 13.11.2020 г. Акт № 671 от 14.11.2020 г.; Срок действия по 13.11.2021 г. доступ: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
3. Контракт № 100 от 13.11.2020 г. Акт № Э 656 от 14.11.2020 г. ; Срок действия по 13.11.2021 г. доступ: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
4. ЭБС ЭЧЗ «Библиотех». Государственный контракт № 019 от 22.02.2011 г. ООО «Библиотех». Лицензионное соглашение к Государственному контракту № 019 от 22.02.2011. Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru/> Срок действия: бессрочный.
5. ЭБС «Рукопт» Контракт № 98 от 13.11.2020 г.; Акт № БК-5415 от 14.11.20 г. Срок действия по 13.11.2021г. доступ: <http://rucont.ru/>
6. ЭБС «Айбукс.ру/ibooks.ru» Контракт № 99 от 13.11.2020г.; Акт № 99А от 13.11.2020 г. Срок действия по 13.11.2021 г. доступа: <http://ibooks.ru>
7. ООО «Электронное издательство Юрайт». Контракт № 60 от 23.09.2020г. Акт приема-передачи № 3263 от 18.10.2020; Срок действия по 17.10. 2021 г. доступ: <https://urait.ru/> Лицензионный контракт № 04-Е-0258 от 20.09.2021г. Акт приема-передачи № 5684 от 18.10.2021; Срок действия по 17.10. 2022 г. доступ: <https://urait.ru/>
8. ООО «ИВИС», контракт № 157 от 25. 12.2020 г.; Акт от 25.12.2020 г. Срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021 г. доступ: <http://dlib.eastview.com>
9. ООО «ИД «Гребенников», контракт № 147 от 23. 11.2020 г.; Акт от 25.12.2020 г. Срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021 г. доступ: <http://grebennikon.ru>

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Общий фонд включает учебники и учебные пособия, справочная литература, энциклопедии – универсальные и отраслевые, электронная обучающая программа. Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой и реактивами, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 5, 6, 402, 423, 426);
- лабораторные практикумы (ауд. 440, 442, 443, 313) по органической химии, оснащенные следующим оборудованием:

| № п/п | Наименование  | Количество |
|-------|---|------------|
| 1     | 2   | 3          |
| 1     | Вытяжной шкаф   | 6          |
| 2     | Водоструйные вакуумные насосы   | 6          |
| 3     | Мешалка с электроприводом   | 4          |
| 4     | Магнитная мешалка   | 5          |
| 5     | Рефрактометр ИРФ-22   | 4          |
| 6     | Сушильный шкаф СНОЛ -3,5  | 3          |
| 7     | Весы  | 3          |
| 8     | Штативы   | 28         |
| 9     | Набор химической посуды и реактивы для органического синтеза, выделения и очистки веществ |            |
| 10    | Лабораторные столы  | 20         |
| 11    | Письменные столы  | 18         |

### 6.2. Программное обеспечение:

| № | Наименование Программного | Кол-во | Обоснование для пользования ПО | Дата выдачи | Срок действия |
|---|---------------------------|--------|--------------------------------|-------------|---------------|
|---|---------------------------|--------|--------------------------------|-------------|---------------|

|    | продукта  |                         |   | лицензии                | права пользования |
|----|---|-------------------------|---|-------------------------|-------------------|
| 1. | Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level          | 12                      | Номер Лицензии<br>Microsoft 46211164<br>Гос.контракт<br>№ 03-162-09 от<br>01.12.2009  | 01.12.2009              | бессрочно         |
| 2. | Microsoft® Windows® Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level Promo | 12                      | Номер Лицензии<br>Microsoft 46211164<br>Гос.контракт<br>№ 03-162-09 от<br>01.12.2009  | 01.12.2009              | бессрочно         |
| 3. | OpenOffice 4.1.3  | Условия правообладателя | Условия использования по ссылке:<br><a href="https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html">https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html</a> | Условия правообладателя | бессрочно         |

### 6.3. Технические и электронные средства:

Методической концепцией преподавания предусмотрено использование технических и электронных средств обучения и контроля знаний студентов: мультимедийные презентации, фрагменты фильмов.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы данной дисциплины используются различные образовательные технологии

|    |   |  |
|----|---|--|
| 1. | Разноуровневое обучение                   | У преподавателя появляется возможность помогать слабому, уделять внимание сильному, реализуется желание сильных учащихся быстрее и глубже продвигаться в образовании. Сильные учащиеся утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, повышается уровень мотивации учения. |
| 2. | Проектные методы обучения                 | Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению   |
| 3. | Исследовательские методы в обучении       | Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Это важно для определения индивидуальной траектории развития каждого обучающегося   |
| 4. | Лекционно-семинарско-зачетная система     | Данная система дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподнести его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся   |
| 5. | Информационно-коммуникационные технологии | Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.   |
| 6. | Система инновационной оценки «портфолио»  | Формирование персонифицированного учета достижений обучающегося как инструмента педагогической поддержки   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | социального самоопределения, определения траектории индивидуального развития личности |
|--|--|---|

В процессе изучения дисциплины «Органическая химия» читаются лекции, проводятся семинары, лабораторные работы и коллоквиумы.

На лабораторных занятиях, которые составляют более половины (**56%**) от контактной работы, каждый студент выполняет лабораторную работу индивидуально. Такой вид организации обучения способствует приобретению навыков самостоятельного ведения экспериментальных работ, навыков обращения и работы с различными химическими веществами и приборами, организации методики экспериментальных работ, а также составления протоколов отчетов химических экспериментов. Подготовка отчетов по лабораторным работам формирует умение проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках органической химии, и формулировать грамотно выводы.

В качестве интерактивных форм обучения, применяемым в процессе дисциплины «Органическая химия», проводятся коллоквиумы.

Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся в форме проблемных лекций

Практические занятия реализуются с использованием:

- технологии развития критического мышления;
- дистанционных образовательных технологий;

**интерактивное обучение** – это, прежде всего, диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и обучающегося

#### Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

| №           | Тема занятия   | Вид занятия   | Форма / Методы интерактивного обучения | Кол-во часов |
|-------------|--|---------------|--|--------------|
| 1           | Теоретическое введение в органическую химию                              | собеседование | коллоквиум                             | 4            |
| 2           | Химические свойства углеводов. Реакции $S_R$ , $A_E$                     | собеседование | коллоквиум                             | 4            |
| 3           | Химические свойства углеводов. Ароматичность. Реакции $S_E$              | собеседование | коллоквиум                             | 4            |
| 4           | Реакции нуклеофильного замещения на примере галогенуглеводородов         | собеседование | коллоквиум                             | 4            |
| 5           | Реакции нуклеофильного замещения ( $S_N$ ) при насыщенном атоме углерода | собеседование | коллоквиум                             | 4            |
| Итого часов |  |               |  | <b>20</b>    |

#### VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные средства текущего контроля:

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций: ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6.

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

| № | Вид контроля   | Контролируемые темы (разделы)  | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|---|--|--|--|
| 1 | Выполнение лабораторных работ.<br>Написание отчетов.<br>Коллоквиум | Теоретическое введение в органическую химию                              | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6                        |
| 2 | Выполнение лабораторных работ.<br>Написание отчетов.<br>Коллоквиум | Химические свойства углеводов. Реакции $S_R$ , $A_E$                     | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6                        |
| 3 | Выполнение лабораторных работ.<br>Написание отчетов.<br>Коллоквиум | Химические свойства углеводов.<br>Ароматичность. Реакции $S_E$           | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6                        |
| 4 | Выполнение лабораторных работ.<br>Написание отчетов.<br>Коллоквиум | Реакции нуклеофильного замещения на примере галогенуглеводородов         | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6                        |
| 5 | Выполнение лабораторных работ.<br>Написание отчетов.<br>Коллоквиум | Реакции нуклеофильного замещения ( $S_N$ ) при насыщенном атоме углерода | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6                        |

Промежуточная аттестация (экзамен) может проводиться в форме устного собеседования или в виде тестовых заданий с открытыми вопросами.

#### КОЛЛОКВИУМ 1

##### Теоретическое введение в органическую химию

а) Типы химических связей. Валентные состояния атома углерода. Метод ВС, метод МО.

б) Электронные эффекты. Индукционный эффект. Мезомерный эффект.

Полярность, поляризуемость. Резонанс, мезомерия, таутомерия.

в) Классификация органических реакций и реагентов:

(по направлению реакции; по характеру изменения связей; по количеству молекул, участвующих в стадии, определяющей скорость реакции)

Понятия — кислотность, основность; нуклеофильность; нуклеофил, электрофил; карбокатион, карбанион, свободные радикалы.

г) Анализ реакционной способности органических соединений. Углеводороды (в том числе арены) → Hal-производные → Спирты → Альдегиды. И т.д.

## КОЛЛОКВИУМ 2

### Химические свойства углеводородов. Реакции $S_R$ , $A_E$

I. Сравнительный анализ реакционной способности алканов, алкенов, алкинов.

II. АЛКАНЫ. Реакции  $S_R$  в алканах.

1). Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных процессов (иницирование, рост цепи, обрыв цепи). Устойчивость первичных, вторичных и третичных углеводородных радикалов. Селективность реакций  $S_R$ .

2). Конкретные реакции (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование, сульфюокисление).

III. АЛКЕНЫ. Реакции  $A_E$  в алкенах.

1). Общие представления о механизме  $A_E$  ( $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы, сечение ППЭ на координату реакции, постулат Хэммонда.)

2). Влияние заместителей на ориентацию  $A_E$ . Электронная интерпретация правила Марковникова.

3). Конкретные реакции (галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация, присоединение спиртов, ацилирование, реакция Дильса-Альдера).

Red-OX реакции (гидрирование, окисление озоном, перманганатом калия, надкарбоновыми кислотами).

IV. АЛКИНЫ. Особенности реакции присоединения в алкинах. 1). Кислотный ( $A_E$ ) и основной ( $A_N$ ) катализ

2). Конкретные реакции а). Двукратное гидрогалогенирование б). Гидратация и аминирование (аммиаком и первичными аминами).

Таутомерия продуктов присоединения, в). Винилирование спиртов, карбоновых кислот, вторичных аминов, синильной кислоты.

3). C — H кислотность алкинов. C — нуклеофильность. Реакция ацетиленов с галогеналканами ( $S_N$ ) Присоединение ацетилена по карбонильной группе ( $A_N$ ).

## КОЛЛОКВИУМ 3

### Химические свойства углеводородов. Реакции $S_E$

I. Сравнительный анализ реакционной способности алканов, алкенов 1). Концепция ароматичности. Строение бензола.

2). Сравнение  $S_E$  в аренах с  $A_E$  в алкенах.

3). Влияние заместителя на ориентацию  $S_E$  в аренах.

4). Методы генерирования электрофильных агентов и реакции  $S_E$  в аренах (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование).

## КОЛЛОКВИУМ 4

### Реакции нуклеофильного замещения на примере галогенуглеводородов

I. Реакции нуклеофильного замещения галогеналканов

1. Стадийный механизм  $S_N1$ . Проекция ППЭ на координату реакции. Постулат Хеммонда.

Кинетический и стереохимический критерии.

2. Синхронный механизм  $S_N2$ . Проекция ППЭ на координату реакции. Кинетический и стереохимический критерии.

3. Конкуренция:  $S_N1$  и  $E1$  (карбокатионный механизм),  $S_N2$  и  $E2$ ,  $E1_{CB}$  (карбоанионный механизм).

4. Конкретные реакции алкилгалогенидов с галоген-, O-, N- и C-нуклеофилами и их значение для органического синтеза.

II. Нуклеофильные реакции аллил- и пропаргилгалогенидов (штрихованные механизмы).  $S_N 1'$  и  $S_N 2'$ , аллильные перегруппировки.

III. Нуклеофильные реакции арилгалогенидов

1. Синхронный механизм.

2.  $S_N 2Ar$  (присоединение, отщепление).

3. Механизм присоединения — отщепления (дегидробензол).

## КОЛЛОКВИУМ 5

### Реакции нуклеофильного замещения ( $S_N$ ) при насыщенном атоме углерода

I. Механизм реакции  $S_N$ . Реакции  $S_N 1$  и  $S_N 2$ . Факторы, влияющие на направление реакций  $S_N$  (строение субстрата, нуклеофильность уходящей группы, нуклеофильность реагента, влияние растворителя) Ряды нуклеофильности и некоторые закономерности изменений

нуклеофильных свойств реагентов. Нуклеофильность и основность. Стереоспецифичность реакций  $S_N 2$ . Побочные процессы, сопровождающие реакции нуклеофильного замещения (элиминирование и др.). Амбидентные ионы.

II. Химические свойства галоидных алкилов.

Общие закономерности реакций нуклеофильного замещения на примере первичных, вторичных и третичных производных. Реакция гидролиза — классический пример реакций  $S_N$ . Использование реакций нуклеофильного замещения в органическом синтезе. Элиминирование галогенводородов (дегидрогалогенирование).

III. Спирты.

Одноатомные спирты. Кислотные свойства. Спирты как основания и нуклеофилы. Принцип мягких и жестких кислот и оснований. Реакции замещения гидроксильной группы. Окисление и дегидратация спиртов. Реакции многоатомных спиртов (особенности и реакционная способность)

IV. Простые эфиры. Реакции с участием эфирного атома кислорода.

## 8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

#### Первые вопросы.

1. Алканы и циклоалканы.

Номенклатура и изомерия. Методы получения. Физические свойства. Анализ химических свойств. Конкретные реакции.

2. Алкены и лкадиены. Номенклатура и изомерия. Методы получения. Физические свойства. Анализ химических свойств. Конкретные реакции.

3. Алкины. Номенклатура и изомерия. Методы получения. Физические свойства. Анализ химических свойств. Конкретные реакции.

4. Арены. Номенклатура и изомерия. Методы получения. Физические свойства.

5. Галогенуглеводороды. Номенклатура и изомерия. Методы получения. Физические свойства. Анализ химических свойств. Конкретные реакции

#### Вторые вопросы.

1. Индукционный и мезомерный эффекты.

2. Кислотность и основность органических соединений.

3. Свободнорадикальные реагенты примеры реакций с различными классами соединений.

4. Электрофильные реагенты примеры реакций с различными классами соединений.

5. Нуклеофильные реагенты примеры реакций с различными классами соединений.
6. Реакции присоединения, примеры реакций для различными классов соединений.
7. Реакции замещения, примеры реакций для различных классов соединений.
8. Реакции элиминирования, примеры реакций для различных классов соединений.
9. Red-Ox реакции, примеры реакций для различных классов соединений.
10. Цепные механизмы свободнорадикального замещения. Примеры реакций
11. Механизм и ориентация реакций  $A_E$  в алкенах. Примеры реакций.
12. Механизм и ориентация реакций  $S_E$  в аренах. Примеры реакций.
13. Сравнение механизмов  $S_{N1}$  и  $S_{N2}$  в галогеналканах. Примеры реакций.
14. Механизмы реакций  $S_{N}A_r$  (синхронный, присоединение-отщепление, отщепление-присоединение). Примеры реакций.
15. Реакции  $A_E$  и  $A_N$  в алкинах. Примеры реакций.

### Третьи вопросы.

1. Метан, пропан, бутан, насыщенные углеводороды нефти. Источники получения. Промышленные синтезы на основе алканов.
2. Промышленные синтезы на основе этилена пропилена и бутадиена.
3. Получение ацетилена и промышленные синтезы на его основе.
4. Промышленные синтезы важнейших ароматических соединений (бензол, толуол, бензойная кислота, нитробензол, анилин, фенол, стирол).
5. Важнейшие галогенуглеводороды (хлористый метилен, хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорэтаны, хлорвинил). Получение и применение.

### Программа оценивания контролируемых компетенций:

| Тема или раздел дисциплины <sup>1</sup>           | Код индикатора компетенции   | Планируемый результат   | Показатель  | Критерий оценивания  | Наименование ОС <sup>2</sup> |                 |
|---|--|---|---|--|------------------------------|-----------------|
|   |  |   |   |  | ТК <sup>3</sup>              | ПА <sup>4</sup> |
| Раздел 1. Теоретические основы органической химии | ИДК ОК-1.2<br>Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | <b>Знает:</b> основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в органических реакциях | <b>Знает:</b> основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в органических реакциях | Владеет материалом, представленным в разделе. Вопросы для устного собеседования<br>Отчет по лабораторным работам | УО,<br>О                     | Зачет, экзамен  |
|   |  | <b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках органической химии    | <b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках органической химии    |  |                              |                 |
|   |  | <b>Умеет:</b> грамотно формулировать выводы   | <b>Умеет:</b> грамотно формулировать выводы   |  |                              |                 |
| Раздел 2. Углеводороды                            | ИДК ОК-2.1<br>Работает с химическими веществами с  | <b>Знает:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с   | <b>Знает:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с   | Владеет материалом, представленным в разделе.  | УО,<br>О                     |                 |

|  |   |  |  |   |          |  |
|--|---|--|--|---|----------|--|
|  | соблюдением норм техники безопасности   | химическими реактивами и физическими приборами   | химическими реактивами и физическими приборами   | Вопросы для устного собеседования<br>Отчет по лабораторным работам  |          |  |
|  | ИДК опк-2.3<br>Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе | <b>Умеет:</b> работать на стандартном аналитическом оборудовании: аналитических и технических весах, рефрактометре                         | <b>Умеет:</b> работать на стандартном аналитическом оборудовании: аналитических и технических весах, рефрактометре                         | Владеет материалом, представленным в разделе.<br>Вопросы для устного собеседования<br>Отчет по лабораторным работам | УО,<br>О |  |
|  |   | <b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи. | <b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи. | Владеет материалом, представленным в разделе.<br>Вопросы для устного собеседования<br>Отчет по лабораторным работам | УО,<br>О |  |
|  | ИДК опк-6.1<br>Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке                             | <b>Знает:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов   | <b>Знает:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов   | Владеет материалом, представленным в разделе.<br>Вопросы для устного собеседования<br>Отчет по лабораторным работам | УО,<br>О |  |
|  |   | <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии.                                 | <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии.                                 | Владеет материалом, представленным в разделе.<br>Вопросы для устного собеседования<br>Отчет по лабораторным работам | УО,<br>О |  |

У – устный опрос, Кл-коллоквиум, О-отчет по лабораторной работе, К-контрольная работа

### Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

| Код индикатора компетенции                          | Планируемый результат  | ОС <sup>2</sup>                                  | Содержание задания <sup>3</sup> /вопроса и т.д.             |
|---|--|--|---|
| ИДК опк-1.2<br>Предлагает интерпретацию результатов | <b>Знает:</b> основные законы и закономерности, определяющие направление и результат | Собеседование.<br>Выполнение практических работ. | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |



|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | протекания процессов в органических реакциях   |   |   |
|   | <b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках органической химии             | Собеседование. Выполнение практических работ. Оформление отчетов по лабораторным работам. | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |
|   | <b>Умеет:</b> грамотно формулировать выводы  | Собеседование. Оформление отчетов по лабораторным работам.                                | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |
| ИДК ОПК-2.1<br>Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности  | <b>Знает:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами                             | Выполнение лабораторных работ.  | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |
| ИДК ОПК-2.3<br>Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе     | <b>Умеет:</b> работать на стандартном аналитическом оборудовании: аналитических и технических весах, рефрактометре                         | Выполнение лабораторных работ.  | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |
|   | <b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи. | Собеседование. Выполнение лабораторных работ.   | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |
| ИДК ОПК-6.1<br>Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке                                 | <b>Знает:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов   | Выполнение лабораторных работ.  | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |
|   | <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии.                                 | Оформление отчетов по лабораторным работам.   | Устные опросы<br>Написание отчетов по лабораторным работам. |

1. Студенту необходимо выполнить 5 лабораторных работ. При выполнении лабораторных работ оценивается техника выполнения, оформление отчетов, включающее расчеты заданного синтеза.

2. Предусмотрено 5 собеседований по теоретическому материалу в виде коллоквиумов.

Зачет выставляется студенту, если: материал усвоен в полном объеме, ответил на вопросы текущего контроля, студент владеет необходимыми умениями и навыками, оформлены отчёты по всем лабораторным работам, выполнены задания по самостоятельной работе.

Лабораторная работа считается выполненной если:

1) предоставлен письменный отчет по лабораторной работе, выполненный по установленным требованиям;

2) присутствует запись о выполнении работы в журнале преподавателя или присутствует подпись преподавателя в протоколе выполнения работы студента. Во всех других случаях работа считается невыполненной. Ответственность за невыполнение установленного количества лабораторных работ полностью лежит на студенте.

Незачет ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: отдельные умения недостаточно устойчивы, основное содержание материала не усвоено; не полностью выполнены лабораторные работы и не представлены отчёты по лабораторным работам.

### **Оценки для промежуточной аттестации**

#### **Оценка «неудовлетворительно»:**

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 50 баллов).

#### **Оценка «удовлетворительно»:**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (50-69 баллов).

#### **Оценка «хорошо»:**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (70 - 85 баллов).

#### **Оценка «отлично»:**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

### **Разработчики:**

  
(подпись)

д.х.н., профессор  
(занимаемая должность)

Кижняев В.Н.  
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению подготовки.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов

Протокол № 09 от «02» июня 2023 г.

Зав. кафедрой



Эдельштейн О.А.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы*