|  |
| --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение |
| высшего образования |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» |
|  |
| Институт  | химических технологий и промышленной экологии |
| Кафедра | Кафедра органической химии  |

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА****УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |
| **Органическая химия** |
| Уровень образования  | специалитет |
| Направление подготовки | 33.05.01 | Фармация |
| Профиль | Фармацевтическая биотехнология |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 5 лет  |
| Форма(-ы) обучения | очная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Органическая химия» обязательной части образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 22.06.2021 г. |
| Разработчик рабочей программы дисциплины*: «Органическая химия»* |
|  |  |  |
|  | канд. хим. наук, доцент  |  Караваева Е.Б. |
|  |  |  |
| Заведующий кафедрой:  |  д.х.н., профессор К.И. Кобраков  |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Органическая химия»изучается во втором и третьем семестрах*.*

Курсовая работа/Курсовой проект –не предусмотрен

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| второй семестр | - зачет  |
| третий семестр | - экзамен |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Органическая химия» относится к обязательной части программ
			2. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:
		- Неорганическая химия
			1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
		- Физическая химия
		- Основы биоорганической химии
		- Специальные главы органической химии
		- Фармацевтическая химия
			1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

* + - 1. Целью/целями изучения дисциплины «Органическая химия» являются:
		- формирование понимания взаимосвязи физических и химических свойств органических соединений и их строения;
		- освоение основных понятий органической химии, закономерностей строения органических соединений, номенклатуру органических соединений;
		- формирование понимания основных механизмов реакций органических соединений, теоретических основ строения и реакционной способности органических соединений;
		- формирование знаний методов синтеза наиболее важных соединений, практические умения и навыки по основным приемам работы с органическими веществами в лаборатории;
		- приобретение навыков соблюдения правил техники безопасности и пожарной безопасности при работе в химической лаборатории.
		- формирование у обучающихся компетенции, установленной образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине;
			1. Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенции и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по *дисциплине/модулю*:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора****достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** **по *дисциплине/модулю***  |
| --- | --- | --- |
| ОПК-1Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов | ИД-ОПК-1.2Применение терминологии о строении органических веществ и природе химических связейИД-ОПК-1.3Проведение анализа, идентификации и классификации неорганических и органических молекул и веществ, в том числе лекарственных, по их физико-химическим и кислотно-основным свойствам при решении профессиональных задач | * Применяет знания об электронном строении атомов и молекул, основы теории химической связи в органических соединениях для , описания типов химических реакций; классификации, номенклатуры, классов органических соединений.
* Использует знания реакционной способности органических соединений для выбора оптимальных путей синтеза органических соединений;*.*
* Применяет фундаментальные и системные знания о строении и свойствах органических соединений для объяснения электронного строения атомов и молекул, основных положений теории химической связи*.*
* Самостоятельно осуществляет анализ химические свойств и способов получения различных классов органических соединений, вырабатывает стратегию действий для решения поставленной задачи.
 |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины/модуля по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения –  | 8 | **з.е.** | 288 | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

|  |
| --- |
| **Структура и объем дисциплины** |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | **Самостоятельная работа обучающегося, час** |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | ***курсовая работа/******курсовой проект*** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 2 семестр | зачет | 144 | 36 |  | 54 |  |  | 54 |  |
| 3 семестр | экзамен | 144 | 34 |  | 51 |  |  | 32 | 27 |
| Всего: | экзамен | 288 | 70 |  | 105 |  |  | 86 | 27 |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины:

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:** **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;****форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;****формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | ***Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час*** | **Практическая подготовка, час** |
|  | ***Второй семестр*** |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | **Раздел I. Теоретические основы органической химии** | **8** |  | **11** |  | **10** |  |
| Тема 1.1 Основные понятия органической химии | 2 |  |  |  | 1 |  |
| Тема 1.2 Электронные представления в органической химии.  | 3 |  |  |  | 1 | Формы текущего контроля по разделу I*1. устный опрос перед началом выполнения лабораторной работы,**2. лабораторная работа,**3. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,**4. семинар по теме «Теоретические представления в органической химии»,**5. индивидуальное домашнее задание по теме «Теоретические представления в органической химии»* |
| Тема 1.3 Строение и реакционная способность органических соединений | 3 |  |  |  | 2 |
| Практическое занятие № 1.1 Семинар. Теоретические представления в органической химии |  |  | 3 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 1.1 Методы очистки и идентификации кристаллических орга-нических соединений |  |  | 4 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 1.2 Методы очистки и идентификации органических растворителей |  |  | 4 |  | 2 |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | **Раздел II. Алифатические углеводороды** | **20** |  | **26** |  | **17** |  |
| Тема 2-1 Алканы: классификация, номенклатура, методы получения. Строение, гибридизация, химические свойства насыщенных углеводородов | 4 |  |  |  | 2 | *Формы текущего контроля* *по разделу II**1. устный опрос перед началом выполнения лабораторной работы,**2. лабораторная работа,**3. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,**4. семинар по теме «Алифатические углеводороды: алканы, алкены»,**5. семинар по теме «Алифатические углеводороды: алкадиены, алкины»,**6. контрольная работа по теме: «Алифатические углеводороды алканы, алкены»,**7. контрольная работа по теме: «Алифатические углеводороды: алкадиены, алкины»* |
| Тема 2-2 Алкены: классификация, номенклатура, методы получения. Химические свойства. Механизм электрофиль-ного и радикального присоединения | 4 |  |  |  | 2 |
| Тема 2-3 Алкадиены: классификация, номенклатура, методы получения. Химические свойства. Механизмы химических реакций алкадиенов | 4 |  |  |  | 2 |
| Тема 2-4 Алкины: классификация, номенклатура, методы получения. Химические свойства. Реакции электрофиль-ного,нуклеофильного, радикального присоединения к тройной связи. | 4 |  |  |  | 2 |
| Тема 2-5 Радикальная, ионная, координационная полимеризация алкенов, алкадиенов. Циклоолигомеризация диенов, алкинов. Совместная полимеризация. | 4 |  |  |  | 2 |
| Лабораторная работа № 2.1 Синтез функциональных производных углеводородов |  |  | 8 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 2.2 Синтез функциональных производных углеводородов |  |  | 8 |  | 2 |
| Практическое занятие № 2.1 Семинар. Алифатические углеводороды: алканы, алкены. Получение, свойства |  |  | 3 |  | 1 |
| Практическое занятие № 2.2 Семинар. Алифатические углеводороды: алкадиены, алкины. Получение, свойства |  |  | 3 |  | 1 |
|  | Практическое занятие № 2.3 Контрольная работа №1. Алифатические углеводороды: алканы, алкены. |  |  | 2 |  | 1 |
| Практическое занятие № 2.4Контрольная работа №2. Алифатические углеводороды: алкадиены, алкины. |  |  | 2 |  |  |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | **Раздел III. Ароматические углеводороды** | **8** |  | **17** |  | **8** | *Формы текущего контроля* *по разделу III**1. устный опрос перед началом выполнения лабораторной работы,**2. лабораторная работа,**3. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,**5. семинар по теме «Получение, свойства, механизмы реакций ароматических соединений»,**6. контрольная работа по теме: «Получение, свойства, механизмы реакций ароматических соединений»,* |
| Тема 3.1 Ароматические соединения. Бензол. Строение. Способы получения. Химические свойства. | 4 |  |  |  | 1 |
| Тема 3.2 Механизм реакции электрофильного замещения. Правила ориентации в бензольном кольце. Функциональные производные бензола. | 4 |  |  |  | 1 |
| Лабораторная работа № 3.1 Синтез функциональных производных углеводородов |  |  | 8 |  | 1 |
| Лабораторная работа № 3.2 Бумажная хроматография органических соединений. |  |  | 4 |  | 1 |
| Практическое занятие № 3.1 Семинар. Получение, свойства, механизмы реакций ароматических соединений. |  |  | 3 |  | 2 |
| Практическое занятие № 3.2 Контрольная работа №3. Получение, свойства, механизмы реакций ароматических соединений ряда бензола. |  |  | 2 |  | 2 |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3 | Зачет с оценкой | х | х | х | х | 19 | *зачет по билетам* |
|  | **ИТОГО за *второй* семестр** | **36** |  | ***54*** |  | ***54*** |  |
|  | ***Третий* семестр** |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | **Раздел IV. Галогенопроизводные углеводородов** | **8** |  | **10** |  | **5** | *Формы текущего контроля* *по разделу IV**1. устный опрос перед началом выполнения лабораторной работы,**2. лабораторная работа,**3. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,**4. семинар по теме «Оптическая изомерия. Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов»,**5. индивидуальное домашнее задание по теме «Оптическая изомерия. Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов.»* |
| Тема 4.1 Оптическая изомерия, хиральные молекулы. Абсолютная и относительная конфигурация. Асимметрический синтез.  | 2 |  |  |  |  |
| Тема 4.2 Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов. Механизм реакции нуклеофильного замещения. Влияние заместителей на скорость реакции. | 6 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 4 .1 Синтез функциональных производных углеводородов |  |  | 9 |  | 1 |
| Практическое занятие № 3.1 Семинар. Оптическая изомерия. Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов. |  |  | 2 |  | 4 |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | **Раздел V Функциональные производные углеводородов, содержащие кислород** | **14** |  | **24** |  | **14** | *Формы текущего контроля* *по разделу V**1. устный опрос перед началом выполнения лабораторной работы,**2. лабораторная работа,**3. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,**5. семинары по темам «*Спирты. Фенолы*», «*Карбонильные соединения», «Карбоновые кислоты»*6. контрольные работы*  |
| Тема 5-1. . Спирты: классификация, номенклатура, методы получения, химические свойства. Механизм реакций. | 3 |  |  |  |  |
| Тема 5-2. Фенолы. Способы получения, химические свойства. Кислотность, влияние заместителей. | 3 |  |  |  |  |
| Тема 5-3. Карбонильные соединения алифатического и ароматического ряда. Механизм реакций. | 4 |  |  |  |  |
| Тема 5-4. Алифатические, ароматические карбоновые кислоты. Получение, свойства. Механизм реакций. | 4 |  |  |  |  |
| Лабораторная работа № 5.1. Синтез функциональных производных углеводородов |  |  | 9 |  | 1 |
| Практическое занятие № 5.1. Семинар. Спирты. Фенолы. |  |  | 2 |  | 2 |
| Практическое занятие № 5.2. Семинар. Карбонильные соединения. |  |  | 2 |  | 2 |
| Практическое занятие № 5.3. Семинар. Карбоновые кислоты |  |  | 2 |  | 2 |
| Практическое занятие № 5.1. Контрольная работа №1. |  |  | 2 |  | 2 |
| Практическое занятие № 5.2. Контрольная работа №2. |  |  | 2 |  | 2 |
|  | Практическое занятие № 5.3. Контрольная работа №3. |  |  | 2 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 5.2. Методы идентификации органических соединений. |  |  | 3 |  | 1 |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | **Раздел VI Азотсодержащие функциональные производные углеводородов** | **12** |  | **9** | **7** | **8** | *Формы текущего контроля* *по разделу VI**1. устный опрос перед началом выполнения лабораторной работы,**2. лабораторная работа,**3. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,**4. семинар по теме «*Алифатические, ароматические амины, нитросоедине-ния*», «*Азо- и диазосоединения»*5. контрольная работа*  |
| Тема 6-1. Алифатические, ароматические амины. Получение. Свойства. | 4 |  |  |  |  |
| Тема 6-2. . Алифатические, ароматические нитросоединения. Получение. Свойства. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 6-3. Азо- и диазосоединения. Механизмы реакций диазотирования, азосочетания. Получение. Свойства. Азокрасители. | 6 |  |  |  |  |
| Практическое занятие № 6.1. Семинар. Алифатические, ароматические амины, нитросоединения. |  |  | 2 |  | 2 |
| Практическое занятие № 6.2. Семинар. Азо- и диазосоединения. |  |  | 2 |  | 2 |
| Практическое занятие № 6.3. Контрольная работа №4. |  |  | 3 |  | 2 |
| Лабораторная работа № 6.1. Синтез функциональных производных углеводородов |  |  | 9 |  | 2 |
| ОПК-1ИД- ОПК-1.2, 1.3,  | *Экзамен* |  |  |  |  | 27 | *экзамен по билетам* |
|  | **ИТОГО за *третий* семестр** | 34 |  | 51 |  | 59 |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | 70 |  | 105 |  | 113 |  |

## Краткое содержание *учебной дисциплины/учебного модуля*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Теоретические основы органической химии** |
| Тема 1.1 | Основные понятия органической химии | Определение органической химии. Причины многообразия органических соединений. Источники органического сырья. Выделение, очистка и основные константы органических соединений. Принципы количественного элементного анализа, установление молекулярной формулы соединения. Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Основные типы структурных фрагментов органических молекул простые и кратные связи, углеродные цепи и циклы, радикалы и функциональные группы. Органические ионы. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений. Гомологические ряды. Структурная изомерия и ее разновидности. Пространственная изомерия. Молекулярные модели. Значение теории строения для развития органического синтеза.Классификация органических соединений исходя из их структуры и на основе характера функциональной группы. Понятие о номенклатуре органических соединений, ее разновидности. Гибридные состояния атома углерода и других атомов в органических соединениях. Атомно-орбитальные модели органических соединений |
| Тема 1.2 | Электронные представления в органической химии.  | Основные понятия об электронном и пространственном строении молекул. Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Понятие о локализованных и делокализованных связях, типы молекул с делокализованными связями. Типы химических связей ионная (электровалентная или гетерополярная), ион-дипольные и диполь- дипольные взаимодействия (межмолекулярные и внутримолекулярные водородные связи), ковалентная (гомеополярная) углерод- углеродная связь. Структура Льюиса и формальный заряд атома. Разновидности ковалентной связи (координационная и семиполярная). Проявление характеристичности и аддитивности свойств атомов и связей. Характерные свойства ковалентных связей: направленность, насыщаемость, полярность, поляризуемость. Важные количественные характеристики ковалентных связей: энергия и длина. Теория резонанса как важный этап в формировании теоретических представлений в органической химии. Правила, учитывающие важность вклада предельных структур в описание резонансного гибрида. Оценка относительной стабильности резонансных структур. Взаимное влияние атомов в молекуле. Индуктивный и мезомерный эффекты. Типы сопряжения. Правила, определяющие знак и величину * -* и  *М-*эффектов. |
| Тема 1.3 | Строение и реакционная способность органических соединений | Классификация реакций  по изменениям углеродного скелета, на основе природы реагирующих частиц, на основе окислительно-восстановительного характера реагентов, на основе кинетики реакции. Радикальные и ионные реакции; факторы, благоприятствующие течению этих реакций. Промежуточные частицы, переходное состояние и механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль. Классификация реагентов: радикальные, нуклеофильные и электрофильные.Кислоты и основания (Й.Бренстед, Г.Льюис). Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Кислотно-основные равновесия на примере спиртов, простых эфиров, карбоновых кислот, кетонов и аминов. Константа кислотности рКа, константа основности pKb. Влияние заместителей в молекуле на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). |
| **Раздел II** | **Алифатические углеводороды** |
| Тема 2.1 | Алканы. | Гомологический ряд, номенклатура, изомерия, алкильные радикалы (первичные, вторичные, третичные).Природные источники. Перегонка и крекинг нефти. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление различных классов органических соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе). Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы. Вращательная изомерия, конформации и их относительные энергии. Проекции Ньюмена. Физические свойства алканов и их зависимость от длины углеродной цепи и степени ее разветвленности. Спектральные характеристики.Химические свойства алканов. Гомолитический тип разрыва связи. Свободные радикалы, качественная трактовка их электронного строения, факторы, определяющие их относительную стабильность, основные химические превращения радикалов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование (причина различной скорости галогенирования в зависимости от природы галогена), сульфохлорирование, нитрование (газофазное и жидкофазное), окисление (химические превращения промежуточно образующихся первичных, вторичных и третичных гидропероксидов). |
| Тема 2.2 | Алкены. | Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия (*цис*-, *транс*- и *Z*-, *E*-номенклатура). Природа двойной связи. Молекулярные π-орбитали этилена. Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование. Реакция Гофмана, стереоселективное восстановление алкинов. Химические свойства алкенов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Электрофильное присоединение. Общее представление о механизме реакций, π- и σ-комплексы. Правило В.В. Марковникова, индуктивный и мезомерный эффекты. Галогенирование: механизм. Гидрогалогенирование:. Гидратация. Окисление алкенов до диолов по Вагнеру (KMnO4). Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов с помощью KMnO4 или Na2Cr2О7. Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу (механизм). аллильное галогенирование. |
| Тема 2.3 | Алкадиены. | Номенклатура, классификация и изомерия. Важнейшие 1, 3-диены и способы их получения реакциями дегидрирования, дегидрогалогенирования, дегидратации. Специальные методы получения дивинила (из этилового спирта по Лебедеву), изопрена (из ацетона и ацетилена по Фаворскому). Конформации сопряженных диеновых углеводородов. Электронное строение: сопряжение кратных связей (,- сопряжение), представление о делокализованных -МО сопряженных диенах. Химические свойства 1,3-диенов: каталитическое гидрирование, электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов; ориентация в этих реакциях в условиях кинетического и термодинамического контроля. Кумулены: электронное и пространственное строение. |
| Тема 2.4 | Алкины.. | Номенклатура и изомерия алкинов. Способы образования тройной связи. Карбидный и пиролитический методы получения ацетилена. Описание тройной связи на основе представления об *sp*- гибридизации. Физические свойства . Химические свойства алкинов: кислотность 1-алкинов и реакции, основанные на подвижности метинового водорода (образование ацетиленидов, реактивов Иоцича, реакции Фаворского и Реппе на основе ацетилена), способы селективного гидрирования алкинов в *цис*- и *транс*-алкены, каталитическое гидрирование до алканов, реакция Кучерова, присоединение спиртов, карбоновых кислот, галогеноводородов, цианистого водорода.  Превращение ацетилена в винилацетилен, промышленное значение этой реакции. |
| Тема 2.5 | Полимеризация алкенов, алкадиенов. Совместная полимеризация. | Радикальная, ионная, координационная (металлокомплексная) полимеризация алкенов. алкадиенов. Полимеризация и циклоолигомеризация 1,3-диенов. Разновидности линейной полимеризации и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук. Гуттаперча. Вулканизация каучука. Циклоолигомеризация алкинов, полиацетилен. Совместная полимеризация.  |
| **Раздел III** | **Ароматические углеводороды** |
| Тема 3.1 | Бензол. Строение. Способы получения. Химические свойства. | Классификация бензоидных углеводородов. Бензол и его гомологи, номенклатура, изомерия. Источники ароматических углеводородов. Электронное строение бензольного кольца и химические свойства бензола: относительная устойчивость к окислению, склонность к реакциям замещения, термохимия гидрирования и сгорания бензола, его образование в реакции диспропорционирования циклогексена и циклогексадиена. Критерии ароматичности: энергетические, магнитные, структурные. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. |
| Тема 3.2 | Механизм реакции электрофильного замещения. Правила ориентации в бензольном кольце. Функциональные производные бензола | Гидрирование бензола. Реакции ароматического электрофильного замещения: сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование. Представление об их механизме (- и -комплексы) и его экспериментальное обоснование. Значение этих реакций для переработки ароматических углеводородов. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции, заместители 1 и 2 рода, согласованная и несогласованная ориентация. Алкилбензолы. Способы получения с использованием реакции алкилирования бензола, реакция Вюрца-Фиттига, алкилирующие агенты. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Реакции с участием боковых цепей алкилбензолов: радикальное замещение в -положении заместителя - галогенирование, нитрование, дегидрирование, окисление. |
| **Раздел IV** | **Галогенопроизводные углеводородов** |
| Тема 4.1 | Элементы стереохимии и оптическая изомерия органических соединений. | Хиральность молекул. Асимметрический атом углерода. *R*-, *S*-Номенклатура. Проекционные формулы. Энантиомеры и рацематы. Конфигурационные ряды. *D*-, *L*-Номенклатура. Соединения с двумя асимметрическими атомами углерода, диастереомеры, эритро- и трео-формы, мезо-формы. Число стереоизомеров. Способы разделения (расщепления) рацематов. Обращение конфигурации и рацемизация. Связь механизма реакции и стереохимии продуктов на примере реакции присоединения по двойной связи. Понятие об асимметрическом синтезе. Представление об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода |
| Тема 4.2 | Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов. Механизм реакции нуклеофильного замещения. Влияние заместителей на скорость реакции. | Номенклатура и изомерия. Способы образования связи С-Hal: замещение атома водорода, реакции присоединения по кратной связи, замещение гидроксильной группы, галоформная реакция. Получение геминальных дигалогенпроизводных из карбонильных соединений. Полярность связи С-Hal и ее зависимость от природы атома галогена. Химические свойства моногалогеналканов: нуклеофильное замещение атомов галогенов и дегидрогалогенирование. Представление о механизмах SN1, E1, SN2и Е2. Зависимость соотношения продуктов реакции от природы и концентрации нуклеофила и основания, строения алкилгалогенида, природы растворителя, учет этих зависимостей в планировании синтеза с использованием химических свойств галогеналканов. Восстановление галогеналканов водородом, их взаимодействие с металлами: образование металлорганических соединений, реакция Вюрца. Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Хлористый винил и хлоропрен. Способы их получения, химические свойства и применение. |
| **Раздел V** | **Функциональные производные углеводородов, содержащие кислород** |
| Тема 5.1 | Спирты: классификация, номенклатура, методы получения, химические свойства. Механизм реакций. | Номенклатура, изомерия, классификация. Способы образования спиртовой гидроксильной группы: присоединение воды по связи С=С, гидролиз связи С­-галоген, восстановление карбонильной и сложноэфирной групп, синтезы с использованием металлорганических соединений. Промышленные способы получения простейших алифатических спиртов, циклогексанола. Электронная природа и полярность связи С-О и О-Н, водородная связь и ее проявление в спектральных характеристиках и физических свойствах спиртов. Химические свойства: кислотно-основные свойства, замещение гидроксильной группы при действии серной кислоты, галогеноводородов и галогенангидридов минеральных кислот, дегидратация; рассмотрение этих реакций с позиции общих представлений о механизме  нуклеофильного замещения и отщепления в алифатическом ряду. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, образование простых эфиров, взаимодействие с карбонильными соединениями, кислотами и их производными. Окисление и дегидрирование спиртов.  |
| Тема 5.2 | Фенолы. Способы получения, химические свойства. Кислотность, влияние заместителей. | Номенклатура. Фенол и его гомологи. Нафтолы. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенопроизводных, замена аминогрупы на гидроксил через соли диазония, кумольный способ получения фенола. Химические свойства. Причины повышеннной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Конденсация фенолов с формальдегидом, фенолформальдегидные смолы. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью: карбоксилирование, нитрозирование, азосочетание, введение ацильной группы.  |
| Тема 5.3 | Карбонильные соединения алифатического и ароматического ряда. Механизм реакций | Номенклатура, классификация. Способы образования карбонильной группы: окисление алканов и алкилароматических углеводородов, озонолиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алкинов (реакция Кучерова), гидролиз геминальных дигалогенпроизводных и виниловых эфиров, окисление и дегидрирование спиртов. Получение ароматических карбонильных соединений ацилированием ароматических углеводородов (реакция Фриделя-Крафтса). Электронное строение группы С=О, распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Механизм. Химические свойства. Сравнение реакционной способности и путей превращения альдегидов и кетонов. Реакции с гетероатомными нуклеофилами: гидратация, взаимодействие со спиртами (полуацетали, ацетали и кетали), пятихлористым фосфором, бисульфитом натрия. Взаимодействие с азотсодержащими нуклеофилами: образование оксимов, гидразонов и семикарбазонов, взаимодействие с вторичными аминами и образование енаминов, взаимодействие с первичными аминами и образование оснований Шиффа. Взаимодействие с С-нуклеофилами: образование циангидринов, присоединение магнийорганических соединений.Кето-енольная таутомерия. Альдольно-кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов без разрыва и с разрывом углерод-углеродных связей. Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами (реакция Канниццаро). Альдегиды и кетоны ароматического ряда. |
| Тема 5.4 | Алифатические, ароматические карбоновые кислоты. Получение, свойства. Механизм реакций. | Классификация и номенклатура. Методы получения: окисление углеводородов, спиртов и альдегидов, синтезы с использованием магний- и литийорганических соединений, окиси углерода, гидролиз нитрилов и сложных эфиров. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат- аниона. Физические свойства карбоновых кислот и их производных. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителя в алкильной цепи или бензольном ядре. Производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, гидразиды, азиды, гидроксамовые кислоты, ортоэфиры, амидины, нитрилы.  |
| **Раздел VI** | **Раздел VI Азотсодержащие функциональные производные углеводородов** |
| Тема 6.1 | Алифатические, ароматические амины. Получение. Свойства. | Классификация, номенклатура. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген- , гидрокси- и амино- производных алифатических и ароматических углеводородов, реакциях восстановления нитросоединений (реакция Зинина), азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, перегруппировках амидов (реакция Гофмана). Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образовыванию водородных связей. Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы углеводородных радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксилирование, ацилирование и его значение в химии аминов, взаимодействие с азотистой кислотой. Свойства ароматических аминов: взаимодействие с электрофилами. Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Ацилирование ароматических аминов как защитная реакция для дальнейшего проведения реакций галогенирования и нитрования. Нитрозирование и диазотирование ароматических аминов. |
| Тема 6.2 | Алифатические, ароматические нитросоединения. Получение. Свойства. | Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений. Нитрование алканов (реакция Коновалова), обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических нитросоединений из аминов через соли диазония. Электронное строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Химические свойства. Каталитическое гидрирование, восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах. СН-кислотность и связанные с ней свойства алифатических нитросоединений: галогенирование, нитрозирование и его использование для идентификации нитросоединений, различающихся строением алкильного радикала, конденсация с карбонильными соединениями и присоединение по связи СС, активированной электроноакцепторными заместителями. Таутомерия нитросоединений и реакции аци- формы: гидролиз, перегруппировка в гидроксамовые кислоты. Применение нитросоединений. Получение, механизм нитрования при электрофильном замещении ароматических соединений, нитрующие агенты. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения, влияние нитрогрупп на скорость и ориентацию. Нитропроизводные толуола. Каталитическое гидрирование, восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах. Продукты неполного восстановления ароматических нитросоединений. Нитрозосоединения: таутомерия, димеризация, реакции конденсации. Фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая перегруппировка. |
| Тема 6.3 | Азо- и диазосоединения. Механизмы реакций диазотирования, азосочетания. Получение. Свойства. Азокрасители. | Диазотирование ароматических аминов. Электронное строение, катион диазония как электрофильный реагент. Механизм реакции диазотирования. Взаимопревращения различных форм диазосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (реакции Зандмейера, Несмеянова). Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание, диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Механизм реакции азосочетания. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей.  |

## Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, экзаменам;

изучение учебных пособий;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;

выполнение индивидуальных домашних заданий;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед экзаменом;

консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования.

* 1. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Применяются следующие разновидности реализации программы с использованием ЭО и ДОТ.

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **использование****ЭО и ДОТ** | **использование ЭО и ДОТ** | **объем, час** | **включение в учебный процесс** |
| смешанное обучение | *лекции* | *70* | в соответствии с расписанием учебных занятий  |

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО *ДИСЦИПЛИНЕ/МОДУЛЮ*, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов****в 100-балльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности**  |
| **универсальной(-ых)** **компетенции(-й)** | **общепрофессиональной(-ых) компетенций** | **профессиональной(-ых)****компетенции(-й)** |
|  | ОПК-1ИД-ОПК-1.2ИД-ОПК-1.3 |  |
| высокий |  | отлично/ |  | Обучающийся:исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, может объяснить электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в органических соединениях; перечислить типы химических реакций; объяснить классификацию, номенклатуру и изомерию органических соединений; распознавать классы органических соединений; перечислить основные свойства классов органических соединений, основные методы синтеза органических соединенийумеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения; свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;дает развернутые, исчерпывающие, грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные*.* |  |
| повышенный |  | хорошо |  | Обучающийся:достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает основные понятия; может описать в общих чертах строение, химические свойства и способы получения различных классов органических соединений; классифицировать органические реагенты и реакции; описать в общих чертах химическую природу веществ. допускает единичные негрубые ошибки; достаточно хорошо ориентируется в учебной литературе;ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей. |  |
| базовый |  | удовлетворительно |  | Обучающийся:демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;с неточностями излагает химические свойства и способы получения различных классов органических соединений; классификацию органические реагентов и реакций. испытывает серьёзные затруднения при объяснении классификацию органических реагентов и реакций, свойств функциональных групп различных классов органических соединений.ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. |  |
| низкий |  | неудовлетворительно | Обучающийся:* испытывает серьёзные затруднения при изложении знаний и представлений о химических свойствах и способах получения различных классов органических соединений
* демонстрирует фрагментарные знания о реакционной способности органических соединений. допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;
* не способен проанализировать особенности свойств функциональных групп различных классов органических соединений

‒ ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Органическая химия» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий**
 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Индивидуальное задание для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Теоретические основы органической химии» | 1. Назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК, для каждого соединения напишите по два структурных изомера и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.2. Укажите общее количество σ- и π- связей для каждого соединения. Для каждого атома углерода укажите тип гибридизации.3. Нарисуйте атомно орбитальные модели для 1) пропана, 2) этена.4. Нарисуйте структуры Льюиса для соединений 5. Рассчитайте формальный заряд атомов (Ф) 6. Дайте определение, что такое основание и кислота по Льюису. Среди приведенных соединений укажите кислоты и основания. 7. Дайте определение, что такое электрофилы и нуклеофилы. Среди приведенных соединений укажите электрофилы и нуклеофилы.8.Расположите приведенные частицы в порядке увеличения устойчивости. Обоснуйте ответ (укажите электронные эффекты, где возможно-резонансные структуры).9. Для указанных соединений покажите направление электронных эффектов (Мэф и Iэф) и напишите резонансные структуры. 10. К какому типу относятся следующие реакции: присоединение, замещение или отщепление?  |
| 2 | Индивидуальное задание для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Галогенопроизводные углеводородов»  | 1. Среди приведенных соединений выберите оптически активные. Укажите асимметрические атомы углерода. Изобразите энантиомеры с помощью проекций Фишера, укажите диастереомеры и мезоформу (где она присутствует).2. Напишите уравнения и механизмы реакций (SN1, SN2). а) 2-иод-4-метилпентан (NH3, ДМФА), б) 2- иодпентан (NH3, спирт), в) 1- иодпентан (NH3, ДМФА)3. Напишите продукты следующих реакций и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.4. Расположите соединения (а-в) в порядке увеличения их реакционной способности в SN1- реакциях. Объясните причины наблюдаемой закономерности. Напишите уравнения реакций. Какая реакция протекает с обращением конфигурации?а) 2-хлорбутан, б) 2-хлор-2-метилпропан, в) 1-хлорпропан.5. Напишите уравнения реакций нуклеофильного замещения галогеналканов, в результате которых получены следующие соединения. 6. Объясните результат следующей реакции.7. Используя резонансные структуры, покажите, в каких соединениях идет легче реакция нуклеофильного замещения (SN) с NaOH.  |
| 3 | Вопросы ( задачи) для контрольных работ:по теме «Свойства алифатических углеводородов» | I. Напишите механизмы реакций: 1) радикальное замещение для пропана (Cl/h2) электрофильное и радикальное присоединение для 3-метилбутен-2 (с реагентами: Br2/CCl4, HBr, HBr/ROOR).II. Изобразите Е-Z- изомеры для соединений:III. Получите следующие соединения, используя 3-4 способа:бутан, пропен, пропин, пентадиен-1,3.IV. Для 2-метилбутена-2 напишите реакции со следующими реагентами:[HBr], [H2O/H+], [HBr/ROOR], [Cl], [KMnO4, H2O, 25oC], [KMnO4/H2SO4], [Ag2O] [реакцию полимеризации].V. Для 2-метилгексадиена-1,3 напишите реакции со следующими реагентами:[Br2/CCl4], [HBr], [Н2(избыток)/Рt], [KMnO4/H2O], [реакцию полимеризации].Написать реакцию сополимеризации с соединением из п. IV.VI. Для 4-метилгексина-1 напишите реакции со следующими реагентами:[Н2(избыток)/Рt], [H2O/H+,Hg2+], [KMnO4/H2O,t], [CH3CH2OH/KOH,t], [HCN], [HBr], [CH3COOH], [NaNH2, затем CH3Br]VII. Заполнить схемы превращений.VIII. Осуществить превращение.1) бутан – бутин-2 2) 3-метилбутен-1 - 3-метилбутин-1; 3) пропан - н.гексан4) пропен - 2,3-диметилбутан 5) 2-метилбутан - 2-бром,3-метилбутан |
| 4 | Вопросы ( задачи) для контрольных работ:по теме ««Электрофильное замещение в ряду бензола» | 2. Напишите, включая стадию образования электрофильной (атакующей) частицы, механизм следующих реакций электрофильного замещения в бензоле: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование.3. Напишите следующие химические реакции4. Объясните (с помощью граничных структур) преимущественное направление реакции электрофильного замещения в толуоле, феноле, N-метиланилине, бромбензоле, бензойной кислоте.5. Назовите следующие соединения и радикалы.6. Напишите структурные формулы следующих соединений:1)этиловый эфир 2)фенилуксусной кислоты, 3)о-фенилендиамин, 4)м-толил,5)м-фторбензойная кислота, 6)п-хлорбензолсульфокислота, 7)п-толуолсульфокислота, 8)2,4-диметилнитробензол7. Предложите схемы следующих превращений (через несколько стадий).8. Укажите электронные эффекты, которые проявляют заместители:1) –NO2 2)-NHCOCH3 3) –OCH3 4) –COOH 5) –NHCH3 е) –Cl, 6) –CCl3, 7)SO3H, 8)-CH2CH2CH3, 9)-CH2Cl, 10)-CH=O, 11) –COCH39. В каком порядке увеличивается реакционная способность следующих соединений в реакции электрофильного замещения?а) C6H6 б) CH3-C6H5 в) C6H5NO2 г) С6Н5Br |
| 5 | Контрольная работа. | 1. Назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК. Для каждого соединения напишите один структурный изомер и назовите его по номенклатуре ИЮПАК2. Для приведенных соединений напишите (если они существуют) Е и Z изомеры.3. Напишите механизм для следующих реакций.4. Используя галогенопроизводные, получите двумя способами пропен.5. Напишите продукты химических реакций. 6. Напишите схему полимеризации следующих мономеров:а) 2-метилбутен-2;б) 3-хлорпентадиен-2,4;в) совместной полимеризации соединений а) и б)7. Заполните схему превращений.8. Укажите условия реакций.9. Осуществите превращения: 1) этан пропин 2) бутен-1 бутен-2 |
| 6 | Контрольная работа. | 1. Назовите соединения. Для соединения №2 напишите 2 структурных изомера и назовите их.2. Сформулируйте признаки ароматичности. Укажите ароматические соединения и докажите.3. Напишите механизм реакции получения сульфорбензола из бензола (образование  и комплексов). Приведите схему образования атакующей частицы. К какому типу относится реакция?4. Среди приведенных заместителей укажите те, которые проявляют +I- и/или +М-эффекты, стрелками покажите направление эффектов. а) –C2H5 б) –NO2 в) –OCH3 г) –O-CO-CH3 д) –CN е) –CH35. Используя электронные эффекты, приведите порядок увеличения реакционной способности следующих соединений в реакции нитрования. 6. Напишите основные продукты следующих реакций:7. Объясните, используя граничные (резонансные) структуры, влияние NH2-группы на направление реакции электрофильного замещения в бензоле.8. Укажите основной продукт в следующей схеме превращений.9. Получите соединение (через несколько стадий) из бензола |
| 7 | Для промежуточной аттестации: | I. АЛИФАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ Ковалентная связь в органических соединениях. Гибридизация: sp, sp2, sp3. σ- и π-связь. Индуктивный и мезомерный эффект, эффект сопряжения. Основы теории резонанса. Характеристики химической связи (длина, энергия, полярность и т.д.).Промежуточные частицы в химических реакциях: свободные радикалы, карбоанионы, карбокатионы (образование, устойчивость).Классификация органических реагентов и реакций: радикальное замещениеэлектрофильное присоединение, правило Марковниковарадикальное присоединение, правило Харашануклеофильное замещениеэлектрофильное замещениеотщепление (элиминирование), правило Зайцева,Изомерия органических соединений: структурная, пространственная (E, Z), оптическая. Хиральный центр. Энантиомеры, диастереомеры, мезоформа. Теория кислот и оснований Бренстеда, Аррениуса, Льюиса.Алканы. Гомологический ряд алканов, изомерия, номенклатура. Алкильные радикалы. Способы получения. Химические свойства: реакции радикального замещения (галогенирование, нитрование, сульфоокисление); реакции окисления. Механизм реакции радикального замещения.Алкены. Гомологический ряд алкенов, изомерия, номенклатура. Способы получения. Химические свойства: присоединение водорода, воды, галогенов, галогеноводорода. Механизм реакции электрофильного присоединения (правило Марковникова). Механизм реакции радикального присоединения бромистого водорода (правило Хараша). Реакции окисления. Полимеризация алкенов.Алкадиены. Классификация и номенклатура диеновых углеводородов. Способы получения. Химические свойства (реакции присоединения, полимеризации и сополимеризации диенов-1,3). Синтетические каучуки, стереоспецифическая полимеризация.Алкины. Гомологический ряд алкинов, изомерия, номенклатура. Способы получения. Химические свойства:реакции присоединения галогеноводородов, галогенов, воды (реакция Кучерова), спиртов, карбоновых кислот, синильной кислоты,реакции замещения «ацетиленового» водорода, образование металлоорганических соединений (Na, Ag и Mg-органических производных).Галогенозамещенные углеводородов. Изомерия, номенклатура. Способы получения. Химические свойства: реакция восстановления, реакции с металлами,реакции нуклеофильного замещения галогена (реакции галогеналканов с водой, аммиаком, аминами, алкоголятами спиртов, солями минеральных и карбоновых кислот),механизм реакции нуклеофильного замещения (SN1 и SN2),отщепление молекулы галогеноводорода (реакция элиминирования Е1 и Е2), правило Зайцева.Особенности химического поведения винилгалогенидов и аллилгалогенидов: реакции замещения и присоединения галогеноводородов к ненасыщенным галогенопроизводным. Механизм реакции нуклеофильного замещения аллилгалогенидов (с использованием граничных (резонансных) структур).II. УГЛЕВОДОРОДЫ РЯДА БЕНЗОЛА Строение бензола. Понятие ароматичности. Правило Хюккеля. 1. Химические свойства бензола:Реакции присоединения (гидрирование, восстановление, окисление).Реакции электрофильного замещения. Механизм реакции электрофильного замещения(σ- и π- комплексы).2. Влияние заместителей I, II, III - типа на направление и скорость реакции электрофильного замещения. Объясните, используя граничные (резонансные) структуры.3. Галогенопроизводные ароматического ряда. Способы получения. Реакции нуклеофильного замещения производных бензола. Механизм реакции нуклеофильного замещения в ряду бензола (ариновый механизм, механизм SNAr).4. Влияние заместителей I, II, III-типа на cкорость реакции нуклеофильного замещения галогенопроизводных бензола. Объясните, используя граничные (резонансные) структуры. |
| 8 | Вопросы ( задачи) для контрольных работ:по теме «Свойства алифатических углеводородов» «Спирты, фенолы» | Назовите следующие соединенияАлифатические спирты. Гомологический ряд насыщенных одноатомных спиртов, классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения. Химические свойства:кислотно-основные свойства: образование алкоголятов и оксониевых солей,образование простых эфиров, замещение гидроксильной группы на галоген,отщепление воды, образование сложных эфиров, механизм реакции этерификации,реакции дегидрирования и окисления первичных, вторичных и третичных спиртов.I. Напишите следующие реакции:II. Для бутанола-1 напишите реакции со следующими реагентами:III. Заполнить схему превращений.IV. Осуществить превращение с использованием реактива Гриньяра.Пропан 2-метилпропанол-1VI. Осуществить превращение без использования реактива Гриньяра.Фенолы. Номенклатура. Основные методы получения фенолов (из сульфо-,галоген-, алкилпроизводных бензола).Кислотность. Объясните, используя граничные структуры, влияние различных заместителей на кислотность фенола. Сравнить кислотные свойства фенолов и алифатических спиртов. Химические свойства фенолов: образование эфиров, реакции замещения в бензольном ядре.I. Напишите следующие реакции:II. Расположите следующие соединения в ряд по возрастанию кислотных свойств.III. Заполнить схему превращений. |
| 9 | Вопросы ( задачи) по теме «Свойства алифатических углеводородов» «Альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты» | 1. Назовите следующие соединения.2. Напишите механизмы следующих реакций:3. Получить этаналь, пропанон, пропановую кислоту из соответствующих алкенов, алкинов, спиртов, галогенопроизводных.4. Химические свойства альдегидов и кетонов: реакции нуклеофильного присоединения, нуклеофильного замещения, окисления, альдольная и кротоновая конденсация, реакции бензальдегида (реакция Канницаро, бензоиновая конденсация, конденсация Кляйзена, конденсация Перкина, реакции электрофильного замещения в бензольном кольце).5. Химические свойства карбоновых кислот: получение солей, ангидридов, галогеноангидридов, амидов, нитрилов, сложных эфиров. Реакции производных карбоновых кислот.6. Расположите кислоты в порядке возрастания их кислотных свойств:пентановая, этановая, 2-метилпентановая, 3-хлорпропановая, этанол.7. Расположите карбонильные соединения в порядке возрастания их реакционной способности в реакции нуклеофильного присоединения:этаналь, бутанон, метаналь, 2-метилбутанон.п.п.6,7 объяснить.8. Осуществить превращения:бензол этиловый эфир п-нитробензойной кислотыэтан метилпропионатпропаналь пропанон1-хлорпропан нитрил пропановой хлорангидрид пропановой кислоты кислоты  |
| 10 | Для промежуточной аттестацииВопросы к экзамену по органической химии  | 1. Алифатические спирты. Гомологический ряд насыщенных одноатомных спиртов, классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения. Физические свойства (влияние водородной связи на температуру кипения и растворимость спиртов). Химические свойства: кислотно-основные свойства; рост основности в ряду спиртов; нуклеофильные свойства в реакциях этерификации и ацилирования; реакции нуклеофильного замещения; условия реакций дегидратации и окисления для первичных, вторичных и третичных спиртов; образование простых и сложных эфиров, механизм реакции этерификации. Фенолы. Номенклатура. Основные методы получения фенолов (из сульфо-,галоген-, алкил- и диазопроизводных бензола). Кислотность. Объясните, используя граничные структуры, влияние различных заместителей на кислотность фенола. Сравнить кислотные свойства фенолов и алифатических спиртов. Химические свойства фенолов: образование простых и сложных эфиров, реакции замещения в бензольном ядре (моно- и полигалогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование, прямое карбоксилирование, введение альдегидной группы). Особенности протекания реакций электрофильного замещения по сравнению с бензолом. (Сравнить условия).2. Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура. Способы получения из алкинов, дигалогенопроизводных, спиртов, алкенов (озонирование, оксосинтез). Получение альдегидов и кетонов ароматического ряда. Сходство и различие в реакциях присоединения к двойным связям углерод-углерод и углерод-кислород. Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Химические свойства: реакции нуклеофильного присоединения воды, спирта, синильной кислоты, бисульфита натрия, реактива Гриньяра, алкинов, альдольная и кротоновая конденсация Реакции бензальдегида (реакция Канницаро, бензоиновая конденсация, конденсация Кляйзена, конденсация Перкина). Реакции присоединения-отщепления аммиака, гидроксиламина, гидразина и его производных; восстановление, окисление, действие галогенирующих агентов. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце. Механизм реакции нуклеофильного присоединения. Напишите механизмы следующих реакций:Ненасыщенные альдегиды и кетоны: химические свойства, особенности присоединения к двойным связям углерод-углерод и углерод-кислород.3. Карбоновые кислоты и их производные. Классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения карбоновых кислот алифатического и ароматического ряда. Физические свойства (влияние водородной связи на температуру кипения и растворимость кислот). Строение карбоксильной группы, кислотность, химические свойства. Производные карбоновых кислот: галогенангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры, нитрилы. Способы получения, физические, химические свойства. Сравнение реакционной способности функциональных производных карбоновых кислот. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце ароматических карбоновых кислот.Одноосновные ненасыщенные карбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура.4. Алифатические и ароматические амины. Методы получения первичных, вторичных и третичных аминов. Основность. Объясните, используя граничные структуры, влияние различных заместителей на основность ароматических аминов. Влияние заместителей на основность алифатических аминов. Сравнить основные свойства ароматических и алифатических аминов. Реакции по аминогруппе: алкилирование, ацилирование, с азотистой кислотой (для первичных, вторичных и третичных ароматических и алифатических аминов); реакции замещения в бензольном ядре. Особенности протекания реакций электрофильного замещения по сравнению с бензолом. (Сравнить условия).Диазосоединения. Механизм реакции диазотирования. Реакции солей диазония с выделением азота: получение фенолов, галогенопроизводных (фтор-, хлор-, бром-, иод-), простых эфиров, нитрилов, нитропроизводных. Реакции солей диазония без выделения азота: получение гидразина, реакция азосочетания. Механизм реакции азосочетания. Синтез азокрасителей.Получите из бензола следующие соединения (через несколько стадий)Из метана получить диметилэтиламин.Из каких азо- и диазосоставляющих синтезированы приведенные азокрасители? |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Пятибалльная система** |
| Домашняя работа | Работа выполнена полностью. *глубокие знания дисциплины, сущности проблемы, были даны логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы* Нет ошибок, либо. возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. | 5 |
| Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. | 4 |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. | 3 |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.  | 2 |
| Работа не выполнена. |
| Контрольная работа | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показаны *глубокие знания дисциплины, сущности проблемы, были даны логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы.* Обучающийся, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно излагает суть предмета. | 5 |
| Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в определениях. | 4 |
|  | Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос (вопросы), но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Обучающийся владеет знаниями только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений. | 3 |
| Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Обучающийся способен конкретизировать обобщенные знания только с помощью преподавателя. Обучающийся обладает фрагментарными знаниями по теме коллоквиума, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала. |
| Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся *слабо ориентируется в материале, в рассуждениях* не показана связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы.. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы. | 2 |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Экзамен:в устной форме по билетам | Обучающийся демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;свободно владеет научными понятиями, логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами. | 85%-100% | 5 |
| Обучающийся показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;но недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета, недостаточно логично построено изложение вопроса.В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. | 70%-84% | 4 |
| Обучающийся показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. | 50%-69% | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. | 50% и менее | *2* |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма контроля** | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль:  |  |
|  - контрольная работа | зачтено/не зачтено |
|  - домашние работы  | зачтено/не зачтено |
| **Итого за семестр** (дисциплину)зачёт/зачёт | зачтеноне зачтено |
| **Итого за дисциплину** экзамен | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
		- проблемная лекция;
		- групповые и индивидуальные дискуссии;
		- преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований
		- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
		- дистанционные образовательные технологии;
		- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, практикумов, лабораторных работ предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.
			2. Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
			2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
			3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
			4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
			5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
			6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
			7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ *ДИСЦИПЛИНЫ /МОДУЛЯ*

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
			2. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| ***119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6*** |
| - учебная аудитория№ 5206 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: ноутбук; проектор, экран* Компьютер в комплекте с выходом в Интернет
 |
| - учебная аудитория №5204 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | * Химические лаборатории кафедры органической химии, оборудованные вытяжной вентиляцией, лабораторными столами с подведённым водопроводом и розетками электропитания. Лабораторные стенды, набор стеклянной лабораторной посуды, набор реактивов для проведения экспериментальных работ. Оборудование: нагревательные приборы (колбонагреватели, электроплитки), механические мешалки, гомогенезаторы, испаритель ротационный ИР-12М, испаритель НВО, мешалки верхнеприводные, гомогенезаторы, прибор рефрактометр МРФ, спектрофотометр Perkin Elmer, спектрофотометр Спекорд М-40, спектрофотометр СФ-26, установка УЗУ-025, хроматограф «Хром-5», хроматограф «Кристаллолюкс-4000», жидкостной хроматограф «Gilson» высокого давления, прибор Datacolor, микроскоп Микмед-100-1, РМС рН-метрия, прибор для определения температуры плавления, ультрофиолетовая лампа VL-6LC, стерилизатор ШСУ, мешалки магнитные с подогревом, колбонагреватели,
 |
| - помещение для самостоятельной работы | Компьютер в комплекте с выходом в Интернет |

* + - 1. Материально-техническое обеспечение *учебной* *дисциплины/учебного модуля* при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Необходимое оборудование** | **Параметры** | **Технические требования** |
| Персональный компьютер/ ноутбук/планшет,камера,микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет | Веб-браузер | Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3 |
| Операционная система | Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux |
| Веб-камера | 640х480, 15 кадров/с |
| Микрофон | любой |
| Динамики (колонки или наушники) | любые |
| Сеть (интернет) | Постоянная скорость не менее 192 кБит/с |

Технологическое обеспечение реализации программы/модуля осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год****издания** | **Адрес сайта ЭБС****или электронного ресурса *(заполняется для изданий в электронном виде)*** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания |
| 1 | Травень В.Ф.  | Органическая химия т.1 | Учебник | *М. : ИКЦ "Академкнига"* | 2004 |  | 50 |
| 2 | Травень В.Ф.  | Органическая химия т.1 | Учебник | *М. : ИКЦ "Академкнига"* | 2005 |  | 50 |
|  | Грандберг, И. И. | Органическая химия : учебник для бакалавров | Учебник | *М. : Юрайт,* | 2012 |  | 30 |
|  | А.А.Петров, Х.В.Бальян, | Органическая химия | Учебник | С-П. Иван Федоров | *2002* |  | *40* |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания  |
| 1 | Г.А.Швехгеймер,К.И.Кобраков | Органическая химия | Учебник | М.:Высшая школа | 1994 |  |  |
| 2 | П.Сайкс | Механизмы реакций в органической химии. | Учебник | Москва, Химия | 2000 |  | *3* |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) |
| 1 | К.И.Кобраков,В.И.Зволинский, Е.Б.Караваева | Методическая разработка для проведения практических занятий по органической химии | *Методические указания* | РИО МГТУ | 2007 |  | *5* |

1. **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

11.1 Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

* + - 1. *Информация об используемых ресурсах составляется в соответствии с Приложением 3 к ОПОП ВО.*

|  |  |
| --- | --- |
| № пп | Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <http://znanium.com/>  |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | Профессиональные базы данных, информационные справочные системы |
|  | Международная универсальная реферативная база данных Web of Science <http://webofknowledge.com/> |
|  | Международная универсальная реферативная база данных Scopus [https://www.scopus.com](https://www.scopus.com/)  |
|  | База данных Organic Syntheses: http://www.orgsyn.org/ |
|  | База данных ChemSynthesis: http://www.chemsynthesis.com/ |
|  | US Patent and Trademark Office (USPTO) http://patft.uspto.gov/ |

* + - 1. *Перечень используемого программного обеспечения с реквизитами подтверждающих документов составляется в соответствии с Приложением № 2 к ОПОП ВО.*

| **№ пп** | **Наименование лицензионного программного обеспечения** | **Реквизиты подтверждающего документа** |
| --- | --- | --- |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | CorelDRAW Graphics Suite 2018  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений** **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания** **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |