

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Акчурин Сергей Владимирович

Должность: Заместитель директора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

Дата подписания: 17.11.2025 14:38:14

Уникальный идентификатор документа:

7abcc100773ae7c91c5b4c1b083ff3fbbf160d2a



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт агробиотехнологии  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института зоотехнии и биологии

Акчурин С.В.  
"28" августа 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института агробиотехнологии

А.В. Шитикова  
"28" августа 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Модуль «Б1.О.13 Химия»**  
**Модульная дисциплина «Б1.О.13.02 Органическая химия»**  
для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направления: 19.03.01 Биотехнология

35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Елисеева О.В., к.б.н.

«28» 08 2025г.

Рецензент: Борисов Б.А., д.б.н., профессор

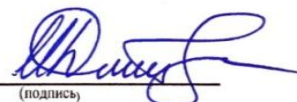
  
(подпись)

«28» 08 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП, профессиональных стандартов и учебных планов по направлениям подготовки 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Программа обсуждена на заседании кафедры химии  
протокол № 1 от «28»августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Дмитриевская И.И., д.с.-х.н., доцент

  
(подпись)

«28» 08 2025г.

### Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии  
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор



«28» 08 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии института зоотехнии и  
биологии д.б.н., профессор Маннапов А.Г.



«27» 08 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                      |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>АННОТАЦИЯ .....</b>                                                                                                                               | <b>4</b>                                |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                                                             | <b>5</b>                                |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>                                                                                                  | <b>5</b>                                |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b> | <b>5</b>                                |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                                     | <b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.5</b> |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....                                                                            | 6                                       |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                                                                                      | 8                                       |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....                                                                                                                | 15                                      |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>                                                                                                            | <b>25</b>                               |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                               | <b>26</b>                               |
| 6.1. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, КОЛЛОКВИУМ, ЭКЗАМЕН .....                                                                           | 26                                      |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....                                                           | 51                                      |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                          | <b>53</b>                               |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....                                                                                                                        | 53                                      |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....                                                                                                                  | 53                                      |
| 7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....                                                                           | 54                                      |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                            | <b>54</b>                               |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>                                                                  | <b>56</b>                               |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>                        | <b>57</b>                               |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>                                                                            | <b>59</b>                               |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий .....                                                                                                     | 61                                      |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>                                                      | <b>62</b>                               |

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.13.02 «Органическая химия» для подготовки бакалавра по направлениям 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение**

**Цель освоения дисциплины:** целью обучения дисциплине «Органическая химия» является освоение студентами теоретических основ органической химии, свойств основных классов органических соединений, приобретение умений и навыков в области органического синтеза, в использовании химических и физико-химических методов исследования для анализа объектов агросферы, в области применения биологически активных органических веществ в сельском хозяйстве.

**Место дисциплины в учебном процессе:** дисциплина включена в цикл Б1, обязательная часть, дисциплина осваивается во 2 семестре по направлениям подготовки 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5.

**Краткое содержание дисциплины:** Теоретические основы органической химии. Приемы и методы работы. Физико-химические методы исследования органических соединений. Углеводороды. Функциональные производные углеводородов. Гетерофункциональные соединения. Оптическая изомерия. Природные соединения. Гетероциклические соединения.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108/3 (часов/зач.ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Органическая химия» является освоение студентами теоретических основ органической химии, свойств основных классов органических соединений, приобретение умений и навыков в области органического синтеза, в использовании химических и физико-химических методов исследования для анализа объектов агросферы, в области применения биологически активных органических веществ в сельском хозяйстве. Знания, полученные, в том числе, с применением цифровых технологий (например, образовательные онлайн-платформы Stepik, Webinar и Zoom, Google-формы для организации обратной связи), позволят не только успешно осваивать последующие дисциплины, но и использовать их в будущей профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Органическая химия» включена в обязательную часть дисциплин учебного плана. Дисциплина «Органическая химия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Дисциплина «Органическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Биохимия растений», «Защита растений», «Безопасность жизнедеятельности», «Агрохимия» и др.

Особенностью дисциплины является связь химических знаний и навыков с комплексом профессиональных задач по экологическому мониторингу объектов атмосферы, гидросферы, литосферы и т.п.

Рабочая программа дисциплины «Органическая химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в двух семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| №<br>п/п | Код<br>компете<br>нции | Содержание<br>компетенции (или её части)                                                                                       | Индикаторы<br>компетенций                                                                        | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                      |
|----------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                        |                                                                                                                                |                                                                                                  | знать                                                                                                                                                              | уметь                                                                                                                                                                                                                                       | владеть                                                                              |
| 1.       | УК 1                   | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК 1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи    | основные законы химии, основные алгоритмы решения практических задач                                                                                               | готовить растворы заданного состава и производить необходимые расчеты                                                                                                                                                                       | базовыми знаниями в области органической химии, современной химической терминологией |
|          |                        |                                                                                                                                | УК 1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи | основы неорганической химии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности, основные требования техники безопасности при работе в химической лаборатории, | производить расчёты, необходимые для проведения экспериментов, анализировать, воспринимать химическую информацию, планировать эксперимент, делать выводы на основании полученных экспериментальных данных                                   | основными методами анализа и синтеза органических соединений                         |
|          |                        |                                                                                                                                | УК 1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки    | методы анализа экспериментальных данных, методы математической обработки результатов анализа                                                                       | проводить химические исследования с соблюдением техники безопасности, производить расчёты, необходимые для проведения экспериментов, анализировать, воспринимать химическую информацию, планировать эксперимент, делать выводы на основании | навыками поиска информации посредством электронных ресурсов официальных сайтов       |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                          |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                          | полученных<br>экспериментальных<br>данных                                       |                                                                                                                                                                                                   |
|  |  |  | УК 1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности | зависимость химических свойств соединений от наличия функциональных групп и их взаимного расположения                    | работать с литературными источниками                                            | навыками работы в химической лаборатории и проведением экспериментов с соблюдением правил техники безопасности                                                                                    |
|  |  |  | УК 1.5. Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи                                                                                                                       | основные правила работы с вредными и токсичными химическими соединениями, их свойствами, возможные последствия химизации | работать с приборами и оборудованием, используемым для химического эксперимента | принципами работы на лабораторном оборудовании и приборах для решения практических задач, производить необходимые расчеты; системой показателей, оценивающей степень достижения поставленной цели |

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                        | Трудоёмкость |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                           | час.         | в том числе по семестрам |
|                                                                                                                                                                                                           |              | № 2                      |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану                                                                                                                                                    | <b>108</b>   | <b>108</b>               |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                              | <b>50,25</b> | <b>50,25</b>             |
| <b>Аудиторная работа</b>                                                                                                                                                                                  | <b>50,25</b> | <b>50,25</b>             |
| <i>в том числе:</i>                                                                                                                                                                                       |              |                          |
| <i>лекции (Л)</i>                                                                                                                                                                                         | 16           | 16                       |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>                                                                                                                                                                           | 34           | 34                       |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>                                                                                                                                                  | 0,25         | 0,25                     |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>                                                                                                                                                                    | <b>57,75</b> | <b>57,75</b>             |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i> | 57,75        | 57,75                    |
| Вид промежуточного контроля:                                                                                                                                                                              | зачет        |                          |

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)       | Всего | Аудиторная работа |    |      | Внеаудиторная работа СР |
|----------------------------------------------------------|-------|-------------------|----|------|-------------------------|
|                                                          |       | Л                 | ЛР | ПКР  |                         |
| Раздел 1. Основы органической химии                      | 9,75  | 1                 | 3  | -    | 5,75                    |
| Раздел 2. Углеводороды                                   | 18    | 3                 | 7  | -    | 8                       |
| Раздел 3. Функциональные производные углеводов           | 22    | 6                 | 8  | -    | 8                       |
| Раздел 4. Гетерофункциональные соединения                | 12    | 2                 | 2  | -    | 8                       |
| Раздел 5. Оптическая изомерия                            | 12    | 2                 | 2  | -    | 8                       |
| Раздел 6. Природные соединения                           | 20    | 2                 | 8  | -    | 10                      |
| Раздел 7. Гетероциклические соединения                   | 14    | -                 | 4  | -    | 10                      |
| <i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0,25  | -                 | -  | 0,25 | -                       |
| <b>Всего за 2 семестр</b>                                | 108   | 16                | 34 | 0,25 | 57,75                   |
| <b>Итого по дисциплине</b>                               | 108   | 16                | 34 | 0,25 | 57,75                   |

## **Раздел 1. «Основы органической химии»**

### **Тема 1. «Теоретические основы органической химии»**

Особенности соединений углерода, их многообразие, роль в живой природе и практической деятельности человека.

Предмет органической химии. Связь органической химии с биологией, медициной, сельским хозяйством. Основные положения теории химического строения органических соединений (А.М. Бутлеров). Гомология и гомологические ряды в органической химии. Углеводородный радикал. Важнейшие функциональные группы. Изомерия скелета и изомерия, связанная с изменением положения заместителя. Официальная международная систематическая номенклатура органических соединений – номенклатура IUPAC (ИЮПАК).

Типы химических связей в органических соединениях. Ионная, ковалентная, донорно-акцепторная, семиполярная, водородная связи.

Электроотрицательность по Полингу, полярность связи. Строение электронной оболочки атома углерода. Атомные и молекулярные орбитали. Гибридизация. Атомные орбитали *s*-типа и *p*-типа,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Энергия связи.

Понятие о механизме реакции: реакции радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения. Переходное состояние, энергетическая кривая.

Теория тетраэдрического атома углерода (Вант-Гофф и Ле-Бель).

Основность и кислотность: влияние электронных и пространственных факторов.

### **Тема 2. «Приёмы и методы работы»**

Основы техники безопасности при работе с органическими веществами: работа с горючими веществами, первая помощь при ожогах и отравлениях, тушение пожаров, работа с взрывчатыми веществами, сжатыми газами и вакуумом.

Получение, выделение, идентификация и установление строения органических соединений.

Общие правила работы. Нагревание и охлаждение. Кристаллизация, сушка и упаривание. Перегонка.

Определение углерода, водорода, азота, галогенов, серы, фосфора. Определение молярной массы. Вывод эмпирической формулы.

Химические методы качественного и количественного определения функциональных групп: кратных связей, гидроксильной, amino-, карбонильной и карбоксильной групп. Понятие об установлении строения вещества методом последовательной деструкции и встречным синтезом.

### **Тема 3. «Органические вещества биосферы»**

Природные газы, торф, каменный уголь, нефть как источники органических соединений для промышленности. Происхождение, химический состав и переработка нефти. Важнейшие нефтяные продукты (бензин, реактивное топливо, керосин, смазочные масла, парафин) и их применение.

Октановое и цетановое числа. Антидетонаторы. Крекинг и каталитические превращения углеводородов нефти. Энергетический кризис. Получение жидкого топлива из каменного угля. Оксосинтез. Древесина и её использование в лесохимической промышленности для получения искусственного волокна. Живица. Практическое использование растительных сахаров, жиров, терпеноидов, алкалоидов, стероидов в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Значение химических веществ, продуцируемых микроорганизмами. Проблемы биотехнологии. Пути использования биомассы живых организмов суши и моря. Химическая переработка животных жиров. Кругооборот углерода в природе. Искусственная пища.

#### **Тема 4. «Физико-химические методы исследования»**

Выделение индивидуального вещества путём перегонки, возгонки, кристаллизации, экстракции. Применение различных видов хроматографии для разделения и идентификации веществ. Понятие о газожидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. (ВЭЖХ). Идентификация химических соединений по их физическим константам или константам их характерных производных. Определение температуры кипения, температуры плавления, плотности и показателя преломления. Удельное вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света.

Применение спектров поглощения в ультрафиолетовой, инфракрасной и видимой областях для анализа органических веществ.

Использование ядерного магнитного резонанса для установления строения органических соединений.

Метод хромато-масс-спектрометрии как основной способ анализа состава смесей органических веществ.

#### **Раздел 2. «Углеводороды»**

##### **Тема 5. «Алканы»**

Первое валентное состояние атома углерода:  $sp^3$ -гибридизация. Ковалентная связь, природа и свойства простой (сигма) связи. Понятие о конформации. Гомологический ряд и его общая формула. Гомологическая разность. Изомерия. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода. Номенклатура тривиальная, рациональная и ИЮПАК. Радикалы (алкилы): определение и названия. Нахождение алканов в природе. Общие способы получения алканов из галогенпроизводных, спиртов и непредельных углеводородов. Физические свойства. Химические свойства. Синтетические моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Методы идентификации алканов.

##### **Тема 6. «Алкены»**

Второе валентное состояние атома углерода:  $sp^2$ -гибридизация. Электронная природа, геометрия и свойства двойной связи. Гомологический ряд, общая формула, номенклатура и изомерия цепи, положения двойной связи. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Правило Марковникова и его объяснение. Перекисный эффект Хараша. Гомо- и

гетеролитический разрыв ковалентной связи. Реакция *цис*-окисления по Вагнеру. Озонирование и его значение в установлении структуры вещества. Полимеризация: ступенчатая, цепная и теломеризация. Полиэтилен. Полипропилен. Пространственное строение его цепей: изо-, син- и атактические структуры. Стереоспецифическая полимеризация. Свойства полимеров и их различия в зависимости от конфигурации цепи. Применение полимеров в промышленности, сельском хозяйстве и быту. Методы идентификации алкенов. Этилен как фитогормон.

#### **Тема 7. «Алкины»**

Третье валентное состояние атома углерода: *sp*-гибридизация. Ацетилены, их получение и техническое применение. Особые свойства тройной связи углерод-углерод. Химические свойства алкинов: реакции присоединения и реакции с участием ацетиленового атома углерода. Применение ацетилена. Методы идентификации алкинов.

#### **Тема 8. «Диены»**

Бутадиен (дивинил), изопрен, хлоропрен; их промышленный синтез и применение. Сопряженные двойные связи и их особые свойства (1,4-присоединение). Эффект сопряжения, полимеризация диенов. Понятие о строении природного каучука. Дивиниловый и изопреновый синтетические каучуки. Понятие о линейных и пространственных полимерах. Низкотемпературная полимеризация. Вулканизация каучука. Сополимеры. Методы идентификации диенов.

#### **Тема 9. «Арены»**

Ароматичность, правило Хюккеля. Понятие о резонансе. Номенклатура и изомерия углеводородов ряда бензола. Методы получения. Физические свойства. Электрофильное замещение. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители; их направляющее влияние. Понятие об эффекте сопряжения и индуктивном эффекте. Теория замещения в бензольном ядре. Согласованная и несогласованная ориентация. Активирующее влияние нитрогрупп на нуклеофильный обмен атома галогена, связанного с ароматическим ядром. Механизм реакции и переходные состояния. Реакции присоединения к бензольному кольцу (гексахлоран). Реакции галогенирования в ядро и боковую цепь. Инсектициды. Понятие о полициклических ароматических соединениях. Канцерогены. Методы идентификации.

### **Раздел 3. «Функциональные производные углеводородов»**

#### **Тема 10. «Галогенопроизводные углеводородов. Спирты и фенолы»**

Классификация, изомерия и номенклатура. Общие способы получения: галогенирование углеводородов, замещение гидроксильной группы на галоген, присоединение галогенов по кратным связям. Индуктивный эффект. Получение фторпроизводных. Понятие о реакциях нуклеофильного замещения ( $S_N1$ ,  $S_N2$ ). Химические свойства моногалогенопроизводных алканов. Ди-, три- и полигалогенопроизводные углеводородов. Химические особенности галогенопроизводных с несколькими атомами галогена у одного углеродного атома. Методы идентификации.

Дихлорэтан, хлороформ, йодоформ, фреоны; их применение. Химические свойства галогенопроизводных непредельных углеводородов. Отличие в поведении галогена, находящегося при атоме углерода с двойной связью. Хлористый винил, трифтор- и тетрафторэтилены, их полимеризация и значение. Пластики. Тефлон. Силиконы. Наполнители, пластификаторы, стабилизаторы.

Химические свойства галогенопроизводных ароматических углеводородов. Зависимость активности галогена от его положения в ядре или боковой цепи. Применение галогенопроизводных в сельском хозяйстве.

Спирты и фенолы. Определение и классификация. Предельные одноатомные спирты (алкоголи). Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Способы получения из предельных и этиленовых углеводородов, галогенпроизводных, сложных эфиров, карбонильных соединений. Физические свойства. Кислотность и основность по Бренстеду,  $pK_a$ . Ассоциация и водородные связи, их влияние на физические свойства. Химические реакции функциональной группы. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Дегидратация и дегидрирование. Методы идентификации. Метилловый и этиловый спирты, их получение и значение. Пропиловый, бутиловый, амиловый и высшие (цетиловый, мирициловый) спирты: их получение и значение.

Двухатомные спирты (гликоли). Изомерия и номенклатура. Получение из галогенпроизводных и непредельных углеводородов. Физические свойства. Химические свойства. Взаимное влияние двух функциональных групп.

Этиленгликоль. Оксид этилена. Этиленхлоргидрин. Диоксан. Их свойства.

Трёх- и многоатомные спирты. Глицерин, его распространение в природе и технические способы получения. Глицераты. Продукты окисления глицерина. Глицериды.

Непредельные спирты. Виниловый, поливиниловый и аллиловый спирты; их получение, свойства и применение. Гераниол, фарнезол, цитронеллол.

Фенолы. Строение, номенклатура и изомерия. Природные источники и способы получения фенолов из аминов, галогенпроизводных и углеводородов. Физические и химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Отличие фенолов от спиртов. Феноляты. Простые и сложные эфиры. Бромирование, нитрование и окисление фенола. Качественные реакции. Понятие о гербицидах: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота. Нитрофенолы, их получение, свойства и значение. Пикриновая кислота.

Двухатомные и трехатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон; их строение, свойства и значение. Взаимное превращение хинон-гидрохинон. Хингидрон. Пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Витамины группы Е. Спирты ароматического ряда.

### **Тема 11. «Амины»**

Амины как производные аммиака. Номенклатура. Конформации производных аммиака, особенности их изомерии. Получение аминов из

галогенпроизводных, восстановлением нитросоединений, оксимов, гидразонов, амидов. Образование аминов при декарбоксилировании аминокислот. Роль свободной электронной пары в проявлении основных свойств аминов и комплексообразовании. Пространственные факторы и основность. Химические свойства: алкилирование, ацилирование, действие азотистой кислоты. Четвертичные аммониевые основания. Диамины. Моноамины: метиламин, диметиламин, триметиламин. Аминоспирты: этаноламин, холин; их строение, нахождение в природе. Ацетилхолин. Хлорхолинхлорид. Синтетические полиамидные волокна: нейлон, капрон. Амины ароматического ряда. Изомерия и номенклатура. Методы получения. Химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Методы идентификации.

#### **Тема 12. «Оксосоединения»**

Определение. Номенклатура. Карбонильная группа, ее строение. Получение карбонильных соединений. Свойства и реакции. Реакции с участием  $\alpha$ -водородного атома: галогенирование, альдольная и кротоновая конденсации. Окисление альдегидов и кетонов. Сходство и различие альдегидов и кетонов. Методы идентификации. Муравьиный альдегид (формальдегид, метаналь); получение и свойства. Применение в технике и медицине. Формалин. Параформ. Уксусный альдегид. Ацетон. Непредельные альдегиды: акролеин, цитраль (нахождение в природе и значение).

Бензальдегид. Различие и сходство ароматических и алифатических альдегидов. Ацетофенон и бензофенон как пример кетонов ароматического ряда. Витамины группы К. Понятие о хинонах.

#### **Тема 13. «Карбоновые кислоты»**

Определение, номенклатура, изомерия, электронное строение карбоксильной группы. Мезомерия аниона. Водородная связь в кислотах. Методы получения кислот (из спиртов, альдегидов, галогенопроизводных и нитрилов). Свойства и функциональные производные. Методы идентификации. Ионообменные смолы.

Муравьиная кислота. Нахождение в природе. Свойства: окисление, дегидратация. Уксусная кислота. Получение из древесины, спирта. Свойства и реакции. Пальмитиновая и стеариновая кислоты.

Получение ароматических кислот окислением боковых цепей аренов. Бензойная кислота.

Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, сложные эфиры карбоновых кислот. Хлоркарбоновые кислоты.

Сложные эфиры. Получение из кислот (этерификация), ангидридов и хлорангидридов. Физические и химические свойства.

Амиды кислот. Получение из кислот, галогенангидридов, сложных эфиров и нитрилов. Химические свойства. Ацетамид. Полиакриламид, получение, свойства и применение в сельском хозяйстве.

Дикарбоновые кислоты. Общие методы синтеза. Щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая и адипиновая кислоты. Особые свойства метиленовой группы малонового эфира. Ангидриды дикарбоновых кислот. Фталевая кислота

из нафталина. Теревталевая кислота и синтетическое волокно на её основе (лавсан). Другие синтетические волокна: капрон, нейлон.

Непредельные кислоты. Акриловая кислота, её эфиры, нитрил. Метакриловая кислота. Пластмассы на их базе (оргстекло). Фумаровая и малеиновая кислоты. Различия свойств геометрических изомеров. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты.

#### **Раздел 4. «Гетерофункциональные соединения»**

##### **Тема 14. «Оксикислоты»**

Определение. Изомерия. Номенклатура. Образование оксикислот при биохимическом гидроксильровании карбоновых кислот, при окислении гликолей, восстановлении кетокислот. Дегидратация  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -оксикислот. Лактиды. Лактоны. Важнейшие представители оксикислот: гликолевая, молочная. Многоосновные кислоты. Яблочная и винная кислоты. Распространение в природе и получение. Лимонная кислота. Получение из природных источников. Свойства и применение. Фенолкарбоновые кислоты. Галловая кислота и танин.

##### **Тема 15. «Оксикислоты (альдегидо- и кетокислоты)»**

Одноосновные альдегидо- и кетокислоты. Глиоксиловная, пировиноградная, ацетоуксусная и леволиновая кислоты. Их получение и химические свойства: восстановление, превращение в аминокислоты. Конденсация Кляйзена. Ацетоуксусный эфир: таутомерия, подвижность водородных атомов метиленовой группы, кетонное и кислотное расщепление.

#### **Раздел 5. «Оптическая изомерия»**

##### **Тема 16. «Оптическая изомерия»**

Основные понятия. Асимметрический атом углерода. Хиральные и ахиральные молекулы. Плоскополяризованный свет. Удельное вращение, поляриметры. Энантиомеры, рацематы, рацемические смеси. Пространственные формулы Фишера. Винные кислоты. Формула Фишера для определения числа стереоизомеров. Мезовинная кислота. Диастереомеры. Трео- и эритроформы. Способы разделения рацематов. Частичный и абсолютный асимметрический синтез. Оптическая активность без асимметрического атома углерода. Понятие о динамической стереохимии.

#### **Раздел 6. «Природные соединения»**

##### **Тема 17. «Липиды. Классификация. Жиры»**

Распространение в природе, состав и строение. Классификация жиров. Отличие жидких жиров от твёрдых. Химические свойства: омыление и гидрогенизация. Прогоркание жиров, полимеризация масел. Превращение жидких жиров в твёрдые. Техническая переработка и использование. Значение жиров и липидов.

Мыла и детергенты. Физико-химическое объяснение моющего действия мыла. Искусственные моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Воски, олифа, сиккативы.

Сложные липиды. Фосфатиды, лецитины, кефалины. Распространение в природе. Состав и строение. Биологическое значение: роль сложных липидов в формировании клеточных мембран.

#### **Тема 18. «Сахара (углеводы)»**

Распространение в природе и биологическая роль. Классификация по числу углеводных остатков, числу атомов углерода, характеру карбонильной группы, типу циклической связи атомов. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза) и альдогексозы (глюкоза, манноза, галактоза); их строение и нахождение в природе. Открытая и циклическая формы (на примере глюкозы). Пиранозная и фуранозная формы. *D*- и *L*-ряды. *R*, *S*-номенклатура. Моносахариды: альдозы и кетозы. Оптическая изомерия и таутомерия. Открытая и циклическая формы. Номенклатура и способы изображения; проекционные формулы Фишера,  $\alpha$ -,  $\beta$ -пиранозы и фуранозы. Формулы Хеуорса. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Мутаротация. Аномеры. Общие способы получения моносахаридов из многоатомных спиртов, оксиальдегидов, оксикетонов и полисахаридов. Физические и химические свойства моносахаридов. Характерные особенности полуацетального гидроксила. Гликозиды. Восстановление, окисление и ацилирование сахаров. Оновые и сахарные кислоты. Эпимеризация. Аскорбиновая кислота.

Фруктоза как представитель кетоз. Строение, таутомерия и свойства. Отличие от глюкозы. Методы идентификации.

Дисахариды. Невосстанавливающие (сахароза). Строение, свойства и значение. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза. Полисахариды. Крахмал, инулин и гликоген. Строение и свойства. Гидролиз крахмала. Декстрины. Распространение в природе и значение. Инулин: состав, гидролиз и значение. Целлюлоза (клетчатка). Распространение в природе, строение и химические свойства. Гидролиз клетчатки. Эфиры клетчатки и их использование в народном хозяйстве. Понятие о гемицеллюлозах и пектиновых веществах.

#### **Тема 19. «Аминокислоты и белки»**

Определение и классификация. Изомерия, номенклатура. Распространение в природе, методы выделения и анализа.

Аминокислоты. Способы получения из альдегидов и кетонов, галогенкарбоновых кислот, нитрокислот, оксимов или гидразонов, альдегидо- и кетокислот. Физические и химические свойства. Амфотерная природа аминокислот, изоэлектрическая точка. Действие азотистой кислоты и формалина (формольное титрование); применение этих реакций для количественного определения аминокислот. Реакция с нингидрином. Хелаты. Биохимическое декарбоксилирование, дезаминирование, переаминирование. Отношение  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислот к нагреванию. Отдельные представители: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, цистин, метионин, аминокaproновая кислота. Представители диаминомонокarбоновых кислот: аргинин (орнитин) и лизин, их свойства. Дикарбоновые аминокислоты. Аспарагиновая и глутаминовая кислоты и их амиды (аспарагин, глутамин).

Ароматические аминокислоты: фенилаланин, тирозин. Гетероциклические аминокислоты: пролин, оксипролин, триптофан, гистидин. Методы идентификации.

Полипептиды и белки. Распространение в природе. Элементный состав и молярная масса. Образование из аминокислот. Строение. Синтез белков на твёрдых носителях (Мерифильд). Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белковых молекул. Типы связей (амидные, дисульфидные, водородные, солевые). Качественные реакции и понятие об установлении строения. Многообразие белков и их роль в природе. Физические и химические свойства белков. Осаждение, изоэлектрическая точка. Кислотный и ферментативный гидролиз. Классификация белков. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Проблема искусственной пищи.

## **Раздел 7. «Гетероциклические соединения»**

### **Тема 20. «Пятичленные гетероциклы»**

Классификация. Понятие об ароматичности гетероциклических систем. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом, их ацидофобность, способность к реакциям электрофильного замещения в  $\alpha$ -положение, взаимные превращения (Юрьев). Пиррол как структурная единица порфиринов. Понятие о строении хлорофилла и гема. Индол. Реакционная способность  $\beta$ -положения. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота (гетероауксин). Серотонин, его биологическое значение. Психогены: ЛСД, псилоцин.

### **Тема 21. «Шестичленные гетероциклы»**

Пиридин как представитель шестичленных азотсодержащих гетероциклов. Пассивность пиридина в реакциях электрофильного замещения. Никотиновая кислота, никотинамид (витамин РР). Понятие об алкалоидах. Никотин, анабазин, кониин, хинин, морфин, гигрин; их роль и значение. Понятие об антибиотиках.

Циклы с несколькими гетероатомами. Имидазол и его важнейшие производные (гистидин, гистамин). Пиримидин и его важнейшие производные: цитозин, урацил, тимин. Пуриновые основания: аденин, гуанин, мочевиная кислота, кофеин. Цитокинины. Группа птеридина. Производные пиранов:  $\alpha$ - и  $\gamma$ -пираны, соли пирилия, хромон, флавоноиды и антоцианы.

## **4.3 Лекции/лабораторные занятия**

Таблица 4

### **Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия**

| № п/п | Название раздела, темы                            | № и название лекций/лабораторных занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------|
| 1     | Раздел 1. Теоретические основы органической химии |                                          |                         |                              | 4            |

| № п/п | Название раздела, темы                                                | № и название лекций/ лабораторных занятий                                                                                         | Формируемые компетенции                | Вид контрольного мероприятия                          | Кол-во часов |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------|
|       | Тема 1. Теоретические основы органической химии                       | Лекция №1. Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова.                                                               | УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5 | -                                                     | 1            |
|       | Тема 2. Приёмы и методы работы                                        | Лабораторная работа №1. Перегонка смеси двух жидкостей.                                                                           |                                        | Защита лабораторной работы                            | 1            |
|       | Тема 3. Органические вещества биосферы                                | Лабораторная работа №2. Хроматографическое разделение смеси двух органических веществ                                             |                                        | Защита лабораторной работы                            | 1            |
|       | Тема 4. Физико-химические методы исследования органических соединений | Лабораторная работа №3. Физико-химические методы исследования органических соединений                                             |                                        |                                                       | 1            |
| 2     | Раздел 2. Углеводороды                                                |                                                                                                                                   |                                        |                                                       | 10           |
|       | Тема 5. Алканы                                                        | Лекция №2. Алканы. Алкены. Алкины. Диены. Способы получения. Химические свойства.                                                 | УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5 | -                                                     | 1            |
|       |                                                                       | Лабораторная работа №4. Алканы.                                                                                                   |                                        | On-line тестирование, индивидуальное задание          | 2            |
|       | Тема 6. Алкены                                                        | Лабораторная работа №5. Алкены. Качественный функциональный анализ на кратную связь.                                              |                                        | индивидуальное задание, защита лабораторной работы    | 2            |
|       | Тема 7. Алкины                                                        | Лабораторная работа №6. Алкины.                                                                                                   |                                        | On-line тестирование, индивидуальное задание          | 1            |
|       | Тема 8. Диены                                                         | Лабораторная работа №7. Диены.                                                                                                    |                                        | On-line тестирование, индивидуальное задание          | 1            |
|       | Тема 9. Арены                                                         | Лекция №3. Арены. Методы получения, химические свойства. Теория замещения в ароматическом ряду. Индуктивный и мезомерный эффекты. |                                        | -                                                     | 2            |
|       |                                                                       | Лабораторная работа № 8. Арены.                                                                                                   |                                        | контрольная работа (темы 5-9), индивидуальное задание | 1            |
|       | 3                                                                     | Раздел 3. Функциональные производные углеводородов                                                                                |                                        |                                                       |              |
|       | Тема 10.                                                              | Лекция №4.                                                                                                                        | УК 1.1,                                | -                                                     | 2            |

| № п/п | Название раздела, темы                    | № и название лекций/ лабораторных занятий                                                                                                             | Формируемые компетенции        | Вид контрольного мероприятия                                                       | Кол-во часов |   |  |
|-------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|--|
|       | Галогенопроизводные. Спирты и фенолы      | Галогенопроизводные. Спирты и фенолы. Способы получения. Химические свойства. Кислотность и основность. Амины. Методы получения, химические свойства. | УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5 |                                                                                    |              |   |  |
|       |                                           | Лабораторная работа № 9. Галогенопроизводные углеводов. Спирты и фенолы. Качественный функциональный анализ на гидроксильную группу.                  |                                | On-line тестирование, индивидуальное задание, защита лабораторной работы           | 2            |   |  |
|       | Тема 11. Амины                            | Лекция №5. Оксо-соединения (альдегиды и кетоны). Методы получения, химические свойства.                                                               |                                | -                                                                                  | 2            |   |  |
|       |                                           | Лабораторная работа №10. Амины предельного ряда. Основность аминов, зависимость основности от строения.                                               |                                | On-line тестирование                                                               | 1            |   |  |
|       |                                           | Лабораторная работа №11. Качественный функциональный анализ на аминок-группу                                                                          |                                | защита лабораторной работы, контрольная работа (темы 10-13) индивидуальное задание | 2            |   |  |
|       | Тема 12. Оксосоединения                   | Лабораторная работа №12. Оксо-соединения                                                                                                              |                                | On-line тестирование, индивидуальное задание                                       | 1            |   |  |
|       | Тема 13. Карбоновые кислоты               | Лекция №6. Карбоновые кислоты и их производные. Дикарбоновые и непредельные кислоты. Липиды. Мыла. Воска.                                             |                                | -                                                                                  | 2            |   |  |
|       |                                           | Лабораторная работа №13. Карбоновые кислоты. Качественный функциональный анализ на карбонильную и карбоксильную группы.                               |                                | On-line тестирование, индивидуальное задание, защита лабораторной работы           | 2            |   |  |
|       | Раздел 4. Гетерофункциональные соединения |                                                                                                                                                       |                                |                                                                                    |              | 4 |  |

| № п/п | Название раздела, темы                 | № и название лекций/ лабораторных занятий                                                                 | Формируемые компетенции                | Вид контрольного мероприятия                                        | Кол-во часов |
|-------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
|       | Тема 14. Оксикислоты                   | Лекция №7 Оксикислоты. Химические свойства. Кето-енольная таутомерия.                                     | УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5 | On-line тестирование, индивидуальное задание                        | 2            |
|       |                                        | Лабораторная работа №14. Оксикислоты.                                                                     |                                        | On-line тестирование, индивидуальное задание                        | 1            |
|       | Тема 15. Оксокислоты                   | Лабораторная работа №15. Оксокислоты. Кето-енольная таутомерия.                                           |                                        | контрольная работа (темы 14-15)                                     | 1            |
| 5     | Раздел 5. Оптическая изомерия          |                                                                                                           |                                        |                                                                     | 4            |
|       | Тема 16. Оптическая изомерия           | Лекция №8 Липиды. Оптическая изомерия. Сахара (моно-, ди- и полисахариды)                                 | УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5 | -                                                                   | 2            |
|       |                                        | Лабораторная работа №16. Понятие оптической изомерии. Асимметрический атом углерода.                      |                                        | On-line тестирование, индивидуальное задание                        | 2            |
| 6     | Раздел 6. Природные соединения         |                                                                                                           |                                        |                                                                     | 10           |
|       | Тема 17. Липиды                        | Лекция №9. Аминокислоты, белки. Гетероциклы. Понятие о строении нуклеиновых кислот.                       | УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4, УК 1.5 | -                                                                   | 2            |
|       |                                        | Лабораторная работа №17. Липиды.                                                                          |                                        | On-line тестирование, индивидуальное задание                        | 2            |
|       | Тема 18. Сахара                        | Лабораторная работа № 18. Сахара. Моносахариды. Дисахариды. Полисахариды. Качественные реакции на сахара. |                                        | индивидуальное задание (по базе данных), защита лабораторной работы | 2            |
|       | Тема 19. Аминокислоты и белки          | Лабораторная работа № 19. Аминокислоты. Пептиды. Белки. Качественные реакции на аминокислоты и белки.     |                                        | индивидуальное задание, защита лабораторной работы                  | 4            |
| 7     | Раздел 7. Гетероциклические соединения |                                                                                                           |                                        |                                                                     | 4            |
|       | Тема 20. Пятичленные гетероциклы       | Лабораторная работа №20. Пятичленные гетероциклические соединения.                                        | УК 1.1, УК 1.2, УК 1.3, УК 1.4,        | On-line тестирование                                                | 2            |

| № п/п | Название раздела, темы           | № и название лекций/ лабораторных занятий                                                   | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия                                                                  | Кол-во часов |
|-------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|       | Тема 21. Шестиленные гетероциклы | Лабораторная работа №21. Шестиленные гетероциклические соединения. Ароматичность. Свойства. | УК 1.5                  | индивидуальное задание (по виртуальной лаборатории). Итоговая контрольная работа (темы 16-21) | 2            |

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п                                      | Название раздела, темы                                                | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Основы органической химии</b> |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.                                         | Тема 1. Теоретические основы органической химии                       | Атомные и молекулярные орбитали. Гибридизация. Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Энергия связи. Переходное состояние, энергетическая кривая. Теория тетраэдрического атома углерода (Вант-Гофф и Ле-Бель). (компетенция ОПК-1)    |
|                                            | Тема 2. Приёмы и методы работы                                        | Определение углерода, водорода, азота, галогенов, серы, фосфора. Определение молярной массы. Вывод эмпирической формулы. Понятие об установлении строения вещества методом последовательной деструкции и встречным синтезом. (компетенция ОПК-1)                                        |
|                                            | Тема 3. Органические вещества биосферы                                | Оксо-синтез. Практическое использование растительных сахаров, жиров, терпеноидов, алкалоидов, стероидов в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Пути использования биомассы живых организмов суши и моря. Искусственная пища. (компетенция ОПК-1)                       |
|                                            | Тема 4. Физико-химические методы исследования органических соединений | Понятие о газожидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. (ВЭЖХ). Удельное вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Метод хромато-масс-спектрометрии как основной способ анализа состава смесей органических веществ. (компетенция ОПК-1) |
| <b>Раздел 2. Углеводороды</b>              |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2                                          | Тема 5. Алканы                                                        | Понятие о конформации. Радикалы (алкилы): определение и названия. Нахождение алканов в природе. Синтетические моющие средства, проблема уничтожения их отходов. (компетенция ОПК-1)                                                                                                     |
|                                            | Тема 6. Алкены                                                        | Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Стереоспецифическая полимеризация. Свойства полимеров и их различия в зависимости от конфигурации цепи. Применение полимеров в промышленности, сельском хозяйстве и быту. (компетенция ОПК-1)                                         |
|                                            | Тема 7. Алкины                                                        | Техническое применение ацетиленов. Методы идентификации                                                                                                                                                                                                                                 |

| №<br>п/п                                             | Название раздела,<br>темы                        | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного<br>изучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      |                                                  | алкинов. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                      | Тема 8. Диены                                    | Дивиниловый и изопреновый синтетические каучуки. Понятие о линейных и пространственных полимерах. Низкотемпературная полимеризация. Сополимеры (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                      | Тема 9. Арены                                    | Понятие о резонансе. Номенклатура и изомерия углеводородов ряда бензола. Активирующее влияние нитрогрупп на нуклеофильный обмен атома галогена, связанного с ароматическим ядром. Механизм реакции и переходные состояния. Понятие о полициклических ароматических соединениях. Канцерогены. Методы идентификации. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Раздел 3 Функциональные производные углеводов</b> |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3                                                    | Тема 10.<br>Галогенопроизводные. Спирты и фенолы | Индуктивный эффект. Получение фторпроизводных. Ди-, три- и полигалогенопроизводные углеводов. Химические особенности галогенопроизводных с несколькими атомами галогена у одного углеродного атома. Методы идентификации. Хлористый винил, трифтор- и тетрафторэтилены, их полимеризация и значение. Пластики. Тефлон. Силиконы. Наполнители, пластификаторы, стабилизаторы. Применение галогенопроизводных в сельском хозяйстве. Двухатомные спирты - взаимное влияние двух функциональных групп. Оксид этилена. Этиленхлоргидрин. Диоксан. Их свойства. Глицерин, его распространение в природе и технические способы получения. Глицераты. Продукты окисления глицерина. Глицериды. Отличие фенолов от спиртов. Простые и сложные эфиры. Нитрофенолы, их получение, свойства и значение. Пикриновая кислота. Двухатомные и трехатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон; их строение, свойства и значение. Взаимное превращение хинон-гидрохинон. Хингидрон. Пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Спирты ароматического ряда. (компетенция ОПК-1) |
|                                                      | Тема 11. Амины                                   | Конформации производных аммиака, особенности их изомерии. Четвертичные аммониевые основания. Диамины. Аминоспирты: этаноламин, холин; их строение, нахождение в природе. Ацетилхолин. Хлорхолинхлорид. Синтетические полиамидные волокна: нейлон, капрон. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                      | Тема 12.<br>Оксосоединения                       | Сходство и различие альдегидов и кетонов. Формалин. Параформ. Уксусный альдегид. Ацетон. Непредельные альдегиды: акролеин, цитраль (нахождение в природе и значение). Ацетофенон и бензофенон как пример кетонов ароматического ряда. Витамины группы К. Понятие о хинонах. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                      | Тема 13. Карбоновые кислоты                      | Ионообменные смолы. Муравьиная кислота. Нахождение в природе. Уксусная кислота. Пальмитиновая и стеариновая кислоты. Ацетамид. Полиакриламид, получение, свойства и применение в сельском хозяйстве. Теревталевая кислота и синтетическое волокно на её основе (лавсан). Другие синтетические волокна: капрон, нейлон. Акриловая кислота, ее эфиры, нитрил. Метакриловая кислота. Пластмассы на их базе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| № п/п                                            | Название раздела, темы           | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                  | (оргстекло). Фумаровая и малеиновая кислоты. Различие свойств геометрических изомеров. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Раздел 4. Гетерофункциональные соединения</b> |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4                                                | Тема 14. Оксикислоты             | Яблочная и винная кислоты. Лимонная кислота. Получение из природных источников. Свойства и применение. Галловая кислота и танин. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                  | Тема 15. Оксокислоты             | Конденсация Кляйзена. Кетонное и кислотное расщепление. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Раздел 5. Оптическая изомерия</b>             |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5                                                | Тема 16. Оптическая изомерия     | Удельное вращение, поляриметры. Трео- и эритроформы. Способы разделения рацематов. Частичный и абсолютный асимметрический синтез. Оптическая активность без асимметрического атома углерода. Понятие о динамической стереохимии. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Раздел 6. Природные соединения</b>            |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6                                                | Тема 17. Липиды                  | Прогоркание жиров, полимеризация масел. Техническая переработка и использование. Физико-химическое объяснение моющего действия мыла. Искусственные моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Воски, олифа, сиккативы. Фосфатиды, лецитины, кефалины. Биологическое значение: роль сложных липидов в формировании клеточных мембран. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                  | Тема 18. Сахара                  | R, S-номенклатура. Аномеры. Общие способы получения моносахаридов из многоатомных спиртов, оксиальдегидов, оксикетонов и полисахаридов. Гликозиды. Оновые и сахарные кислоты. Эпимеризация. Аскорбиновая кислота. Декстрины. Распространение в природе и значение. Инулин: состав, гидролиз и значение. Понятие о гемицеллюлозах и пектиновых веществах. (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                  | Тема 19. Аминокислоты и белки    | Отдельные представители: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, цистин, метионин, аминокaproновая кислота. Представители диаминомонокарбоновых кислот: аргинин (орнитин) и лизин, их свойства. Дикарбоновые аминокислоты. Аспарагиновая и глутаминовая кислоты и их амиды (аспарагин, глутамин). Ароматические аминокислоты: фенилаланин, тирозин. Гетероциклические аминокислоты: пролин, оксипролин, триптофан, гистидин. Синтез белков на твёрдых носителях (Мерифильд). Многообразие белков и их роль в природе. Физические и химические свойства белков. Осаждение, изоэлектрическая точка. Кислотный и ферментативный гидролиз. Классификация белков. Проблема искусственной пищи. (компетенция ОПК-1) |
| <b>Раздел 7. Гетероциклические соединения</b>    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7                                                | Тема 20. Пятичленные гетероциклы | Пиррол как структурная единица порфиринов. Индол. Реакционная способность $\beta$ -положения. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота (гетероауксин). Серотонин, его биологическое значение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| № п/п | Название раздела, темы            | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                   | Психогены: ЛСД, псилоцин (компетенция ОПК-1)                                                                                                                                                                                  |
|       | Тема 21. Шестичленные гетероциклы | Пассивность пиридина в реакциях электрофильного замещения. Циклы с несколькими гетероатомами. Цитокинины. Группа птеридина. Производные пиранов: α- и γ-пираны, соли пирилия, хромон, флавоон и антоцианы (компетенция ОПК-1) |

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия                                         | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения) |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Арены. Теория электрофильного замещения в ароматическом ряду | ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с учебно-методическим порталом)       |
| 2.    | Окси- и оксо-кислоты. Оптическая изомерия                    | ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с электронными ресурсами)             |
| 3.    | Амины                                                        | ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с учебно-методическим порталом)       |
| 4.    | Гетероциклические соединения. Ароматичность гетероциклов     | ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с электронными ресурсами)             |

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

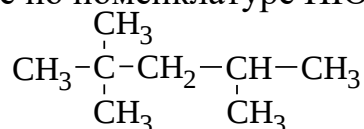
### 6.1. Типовые контрольные работы, тесты, индивидуальные задания, вопросы к опросу по темам, вопросы к экзамену

#### Примеры контрольных работ

on-line тестирование на платформе Moodle  
sdo.timacad.ru

#### Вариант 1

1. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



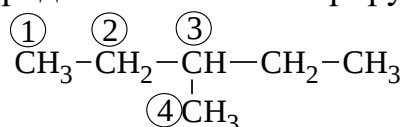
а) 2,2,4-триметилпентан

б) 2,4,4-триметилпентан

в) изопропил-трет-бутилметан

г) 1,1,1,3,3-пентаметилпропан

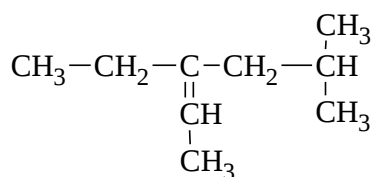
2. Какой атом углерода легче всего хлорируется в соединении?



- а) 1                      б) 2                      в) 3                      г) 4
3. Какое соединение получится при реакции Вюрца из бромистого этила?
- а) бутан              б) этилен              в) бутен              г) пропан
4. Какова природа связи азот – кислород в  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ?
- а) ионная                                              б) ковалентная неполярная
- в) ковалентная полярная                      г) семиполярная
5. Указать радикал "изобутил":

- а)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$                       б)  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-$
- в)  $\text{CH}_3-\underset{\textstyle |}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$                       г)  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$

### Вариант 1



1. Какое название соответствует данному углеводороду?
- а) 5-метил-3-этилгексен-2                      б) 5,5-диметил-3-этилпентен-2
- в) 1,1-диметил-3-этилпентен-3                      г) 2-метил-4-этилгексен-4
2. Сколько изомеров имеет пентин?
- а) 1                      б) 2                      в) 3                      г) 4
3. Какова электронная природа двойных связей в бутадиене?
- а)  $\sigma$  и  $\pi$               б)  $\pi$  и  $\pi$               в)  $\sigma$  и  $\sigma$               г)  $\sigma$ ,  $\pi$  и  $\pi$

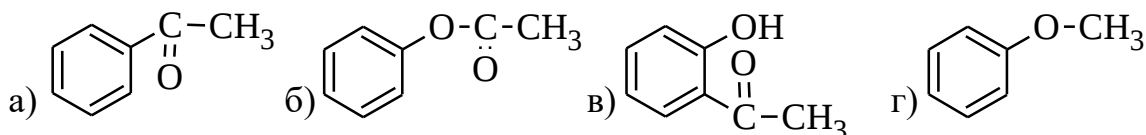
- а)  $\text{CH}_2-\underset{\textstyle \diagdown}{\text{O}}-\text{CH}-\text{CH}_3$                       б)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- в)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$                       г)  $\underset{\textstyle |}{\text{CH}_2}-\underset{\textstyle |}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
- $\text{OH} \quad \text{OH}$

4. Что получится при окислении пропилена  $\text{KMnO}_4$  в нейтральной среде?
5. Что получится при действии ацетилен на уксусный альдегид?

- а)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\textstyle \text{O}}{\underset{||}{\text{C}}}-\text{CH}_3$                       б)  $\text{HC}\equiv\text{C}-\underset{\textstyle \text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$
- в)  $\text{HC}\equiv\text{C}-\underset{\textstyle \text{O}}{\underset{||}{\text{C}}}-\text{CH}_3$                       г)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$

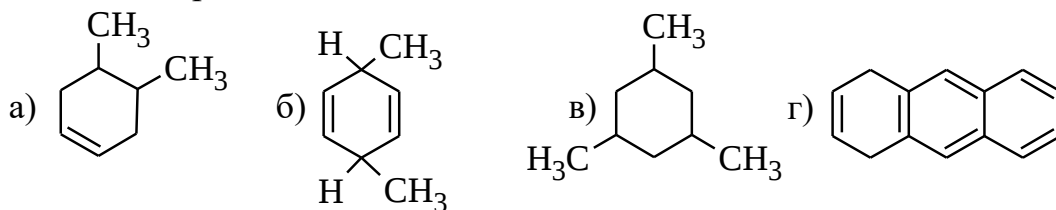
### Вариант 1

1. Укажите формулу ацетофенона.
2. Укажите группировку, относящуюся к ориентантам 1-го рода.



а)  $-\text{NO}_2$       б)  $-\text{Cl}$       в)  $-\text{COOCH}_3$       г)  $-\text{NO}$

3. Укажите ароматическое соединение.

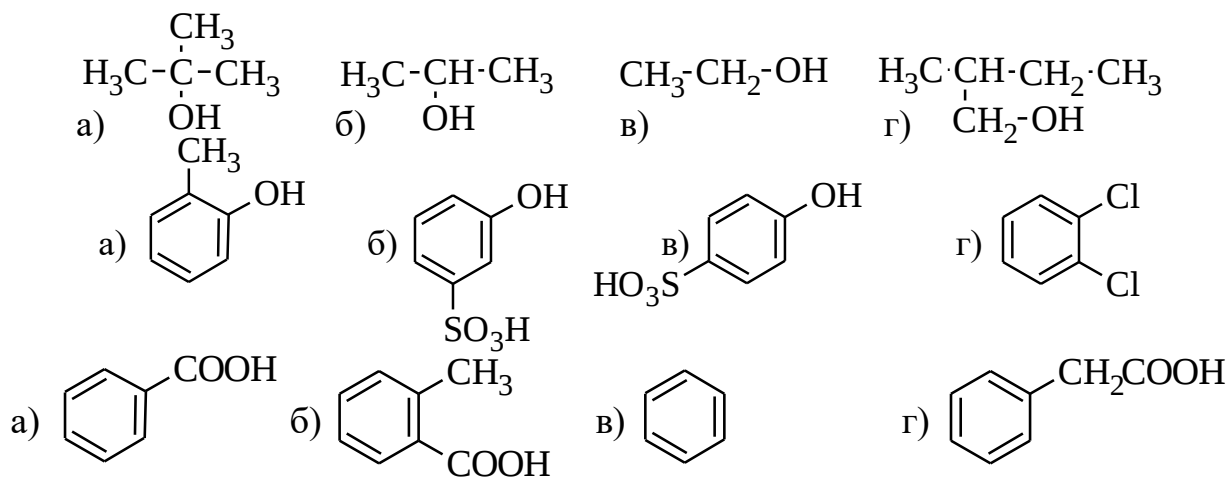


4. Укажите случай согласованной ориентации.

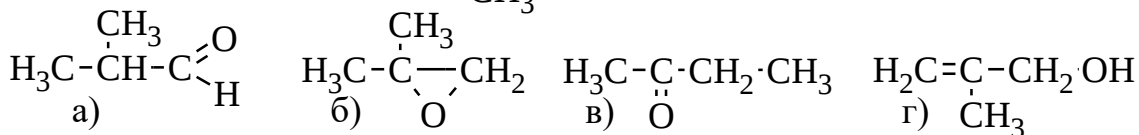
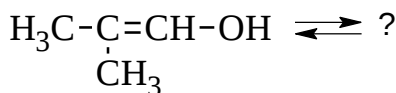
5. Укажите формулу продукта окисления толуола ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}^+$ ).

### Вариант 1

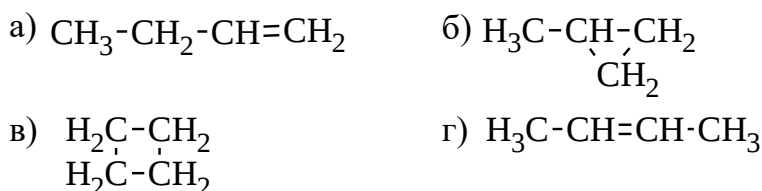
1. Укажите формулу вторичного спирта.



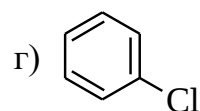
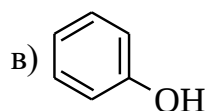
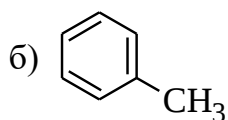
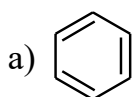
2. Укажите формулу вещества, в которое изомеризуется соединение



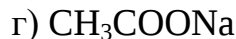
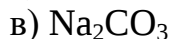
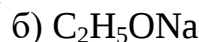
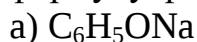
3. Укажите формулу продукта, получающегося при внутримолекулярной дегидратации *втор*-бутанола.



4. Укажите формулу вещества, которое будет бронироваться легче всего.



5. Укажите формулу фенолята натрия.



### Вариант 1

1. Какое соединение является хлористым тетраметиламмонием?



2. В каких условиях протекает реакция предельных углеводородов с хлором?

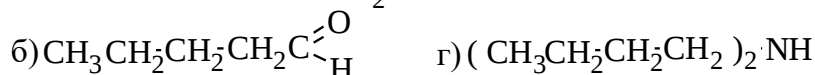
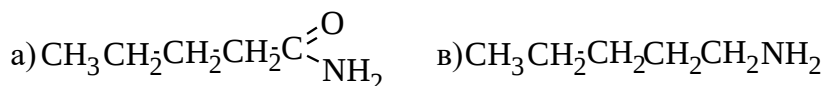
а) без катализатора

б) при нагревании

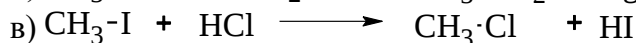
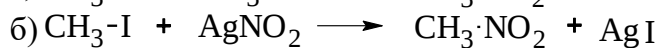
в) в присутствии натрия

г) на свету

3. Какое из соединений получится при восстановлении  $CH_3CH_2CH_2CH_2CN$  ?



4. Какая реакция написана неверно?

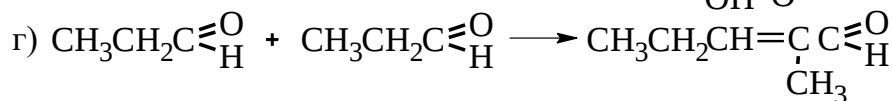
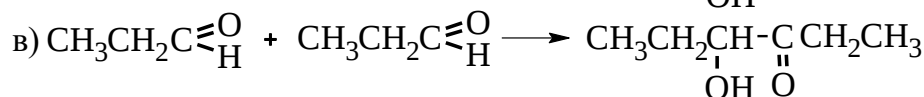
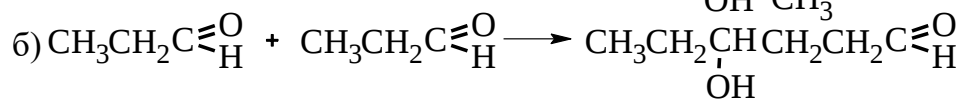
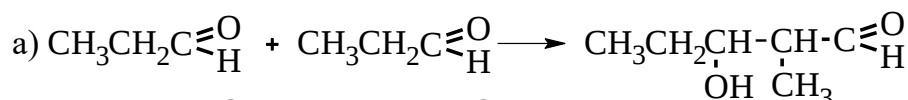


5. Какой интервал значений pH соответствует водным растворам алифатических аминов?

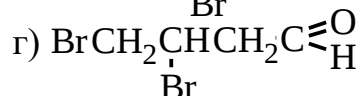
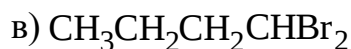
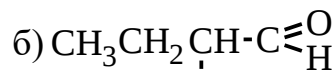
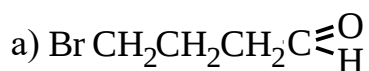
а) pH = 9-10    б) pH = 6-7    в) pH = 3-4    г) pH = 1-2

### Вариант 1

1. Укажите, какая из приведённых схем изображает процесс альдольной конденсации пропионового альдегида.



2. Какое из приведённых веществ образуется при бромировании масляного альдегида?



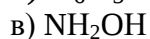
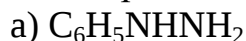
3. При гидратации какого алкина образуется уксусный альдегид?



4. С каким из приведённых веществ аммиачный раствор оксида серебра вступает в окислительно-восстановительную реакцию "серебряного зеркала"?

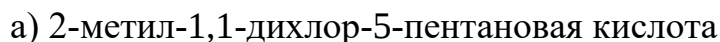
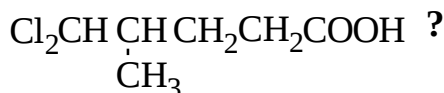


5. Какое из приведённых веществ не реагирует с кетонами?

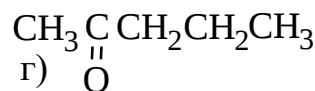
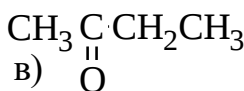
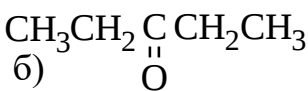
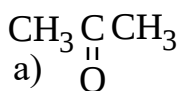


### Вариант 1

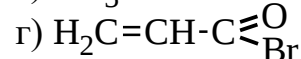
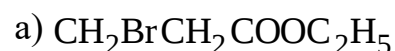
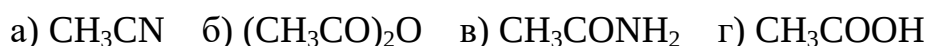
1. Как называется соединение



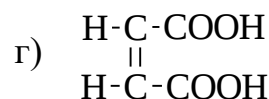
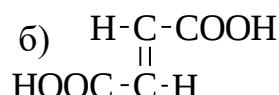
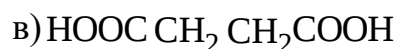
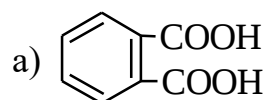
2. При окислении какого кетона образуется смесь только уксусной и пропионовой кислот?



3. Какое соединение получится при сухой перегонке уксуснокислого аммония?



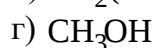
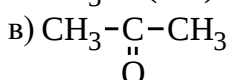
4. Что получится при действии  $\text{HBr}$  на  $\text{CH}_2=\text{CH-COOC}_2\text{H}_5$ ?



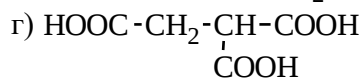
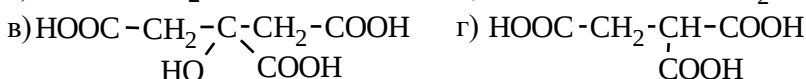
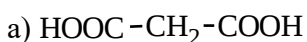
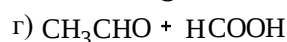
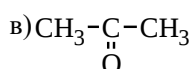
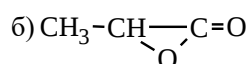
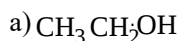
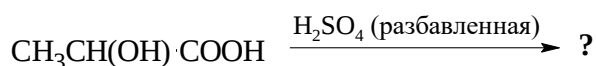
5. Из какой кислоты нельзя получить внутрeнный ангидрид?

### Вариант 1

1. Какое соединение является оксикислотой?

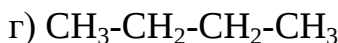
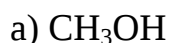


2. Что получится в результате реакции:

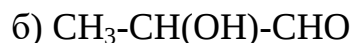
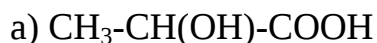


3. Какая формула соответствует лимонной кислоте?

4. Какое соединение имеет асимметрический атом углерода?

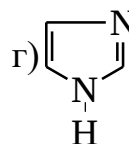
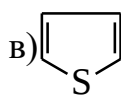
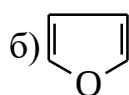
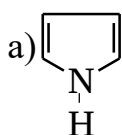


5. Какое соединение образуется при гидролизе  $\alpha$ -хлорпропионовой кислоты?



### Вариант 1

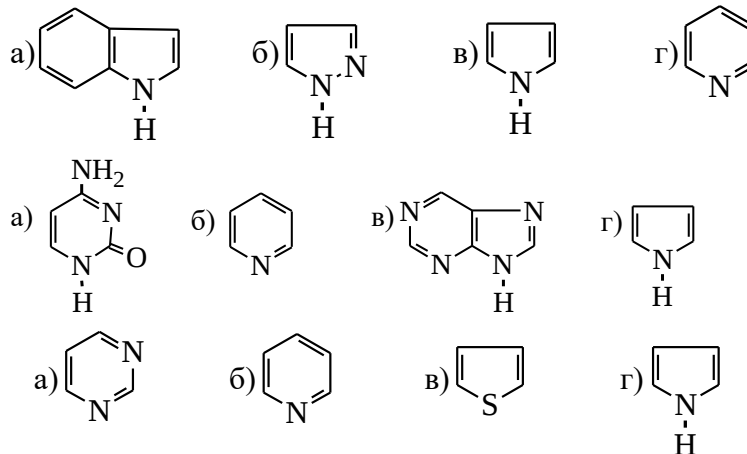
1. Какая из приведённых формул отвечает пирролу?



2. Какое из приведённых веществ действием  $\text{H}_2\text{S}$  при высокой температуре можно превратить в тиофен?

3. Какая из приведённых формул отвечает цитозину?

4. Какое из веществ **наименее** устойчиво к действию кислот?



5. Какой гетероцикл входит в состав витамина РР?

а) пиррол      б) пиридин      в) пиримидин      г) пурин

**Примеры индивидуальных заданий (СР) с применением цифровых технологий:**

Задание по теме «Алканы»

**Вариант 1**

1. Какое из приведенных ниже названий для соединения  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  отвечает правилам ИЮПАК ?
  - а) метил-изо-пропил-трет-бутилметан
  - б) 2,3,4,4-тетраметилпентан
  - в) 2,2,3,4-тетраметилпентан
  - г) 2,2-диметил-3-изо-пропилбутан
2. Какой из приведенных ниже факторов способствует протеканию радикальных процессов? Объясните, используя базу данных ChemSpider.
  - а) полярный растворитель
  - б) охлаждение
  - в) присутствие кислотного катализатора
  - г) облучение УФ-светом
3. Восстановление галоидного алкила йодистым водородом приводит к углеводороду, который также получается при щелочном плавлении натриевой соли валериановой кислоты. Если исходный галоидный алкил подвергнуть реакции Вюрца, то образуется симметрично построенный изомер октана с четырьмя первичными атомами С. Как называется алкил, с которым галоген связан в исходном веществе:
  - а) *n*-бутил
  - б) втор-бутил
  - в) трет-бутил
  - г) изо-бутил
4. При действии натрия на смесь бромистого изобутила и бромистого втор-бутила образуется смесь трех органических соединений. Какое из четырех ниже названных веществ **не является** продуктом реакции? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.
  - а) 2,5-диметилгексан
  - б) 3,4-диметилгексан
  - в) 2,3-диметилгексан
  - г) 2,4-диметилгексан
5. Какая область поглощения характерна для деформационных колебаний связи С-Н  $\text{CH}_3$ -групп в ИК спектрах? Докажите, используя базу данных PubChem.
  - а)  $1380 \text{ см}^{-1}$
  - б)  $1460 \text{ см}^{-1}$
  - в)  $2900 \text{ см}^{-1}$
  - г)  $1700 \text{ см}^{-1}$

Задание по теме «Алкены»

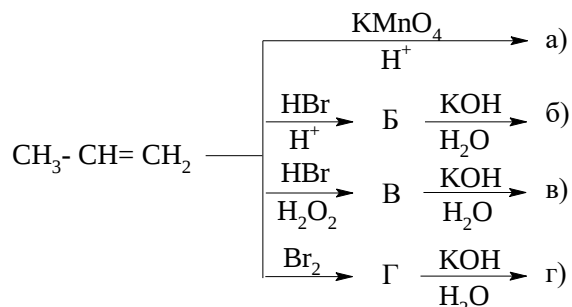
**Вариант 1**

1. Назовите по номенклатуре ИЮПАК соединение:  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 
  - а) 2-этилбутен-2
  - б) 3-метилпентен-2
  - в) 3-метилпентен-3
  - г) 1,2-диметил-1-этилетилен
2. Существует 13 изомерных гексенов ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ), не считая *цис-транс*-

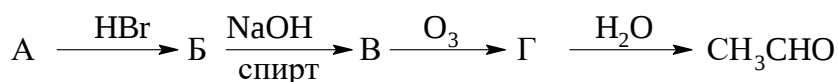
изомеров. Укажите, сколько из них могут проявлять цис-транс-изомерию:

- а) 4                      б) 3                      в) 5                      г) 6

3. По какой реакции можно из пропилена получить изопропиловый спирт? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Из алкена А после следующей серии превращений получен только уксусный альдегид ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ). Укажите исходный алкен А.



- а) пентен-2                                      б) гексен-3  
в) бутен-1                                      г) этилен

5. В какой области спектра ПМР лежат значения сигналов этиленовых протонов? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 4,5 - 6,5 м.д.                      б) 2,0 – 3,0 м.д.    в) 6,3 - 7,5 м.д.                      г) 1,3 - 2,5 м.д.

#### Задание по теме «Алкины»

##### Вариант 1

1. Сколько изомеров имеет ацетиленовый углеводород состава  $\text{C}_5\text{H}_8$ ?

- а) 3                      б) 2                      в) 4                      г) 5

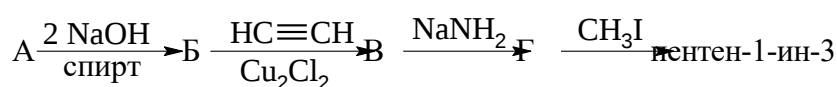
2. Какой ацетиленовый углеводород образуется при дегидрировании 3,4-диметилпентена-1? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) 2,4-диметилпентин-1                      б) 3,4-диметилпентин-2  
в) 3,4-диметилпентин-1                      г) 2,3-диметилпентин-2

3. Какое значение  $\text{pK}_a$  характерно для  $\text{C}-\text{H}$  связи в ацетиленовых углеводородах? Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а) 25                      б) 33                      в) 16                      г) 28

4. Укажите исходное соединение А в следующей серии превращений?



- а) 1,2-дихлорбутан                                      б) 1,3-дихлорпропан  
в) 1,2,3-трихлорбутан                              г) 1,1-дихлорэтан

5. Какая полоса поглощения характерна для валентных колебаний  $\equiv\text{C}-\text{H}$

связи в ацетилене? Докажите, используя базу данных PubChem.

а)  $3100\text{ см}^{-1}$

б)  $3300\text{ см}^{-1}$

в)  $2600\text{ см}^{-1}$

г)  $3400\text{ см}^{-1}$

### Задание по теме «Диены»

#### Вариант 1

1. Укажите интервал полосы поглощения  $\text{C}=\text{C}$  связи в ИК-спектре диенов. Объясните, используя базу данных ChemSpider.

а)  $1600 - 1620\text{ см}^{-1}$

б)  $1650 - 1700\text{ см}^{-1}$

в)  $1200 - 1220\text{ см}^{-1}$

г)  $3000 - 3300\text{ см}^{-1}$

2. Какие диены легче вступают в реакцию присоединения?

а) диены с кумулированными двойными связями

б) диены с изолированными двойными связями

в) сопряженные диены

г) все перечисленные выше типы диенов одинаково

3. Что образуется при действии натрия в условиях реакции Вюрца на хлористый аллил. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

а) бутadiен-1,3

б) гексадиен-1,5

в) пентадиен-1,4

г) гептадиен-2,4

4. Известны два природных полимера изопрена - каучук и гуттаперча. Сколько изомерных полимеров может образоваться в случае 1,4-полимеризации 2,3-диметилбутадиена-1,3?

а) 1

б) 4

в) 3

г) 2

5. Из какого исходного соединения синтезируется бутадиен-1,3 по Лебедеву?

а)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$

б)  $\text{CH}_3-\text{CHO}$

в)  $\text{HC} \equiv \text{CH}$

г)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C} \equiv \text{C}$

### Задание по теме «Арены»

#### Вариант 1

1. Сколько изомерных ароматических бромопроизводных соответствуют брутто формуле  $\text{C}_7\text{H}_7\text{Br}$ ? а) 4 б) 6 в) 5 г) 3

2. Укажите продукт гидрирования 3 молями  $\text{H}_2$  о-ксилола. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

а) 1,4-диметилциклогексан

б) 2,3-диметилгексан

в) 1,2-диметилциклогексан

г) 3,4-диметилгексан

3. Углеводород обесцвечивает бромную воду, дает реакции с аммиачным раствором оксида серебра, при окислении образует бензойную кислоту. При сжигании 1 моля его образуется 352 г углекислого газа. Укажите наиболее характерные полосы поглощения в ИК спектре этого углеводорода. Докажите, используя базу данных PubChem.

а)  $3600, 2100, 1650\text{ см}^{-1}$

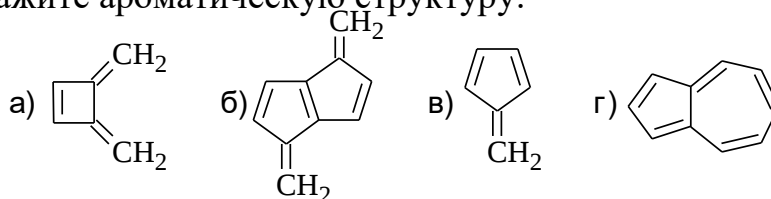
б)  $3310, 2083, 1600, 1490\text{ см}^{-1}$

в)  $3100, 1200, 740\text{ см}^{-1}$

г) 3400, 2300, 1000, 795 см<sup>-1</sup>

4. На смесь **трёх** углеводородов: бромбензола, *n*-бромтолуола и бромэтана подействовали натрием. Сколько различных **ароматических** углеводородов образуется при этом? а) 5 б) 3 в) 8 г) 6

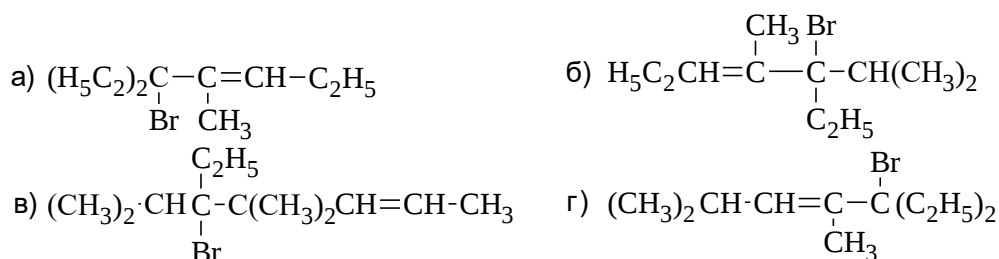
5. Укажите ароматическую структуру:



Задание по теме «Галогенопроизводные. Спирты и фенолы»

### Вариант 1

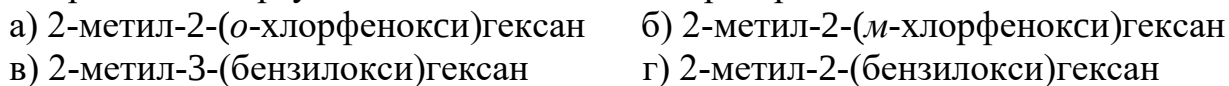
1. К какой из написанных ниже формул относится название 5-бром-4,6-диметил-5-этилгептен-3?



2. В каком из перечисленных ниже соединений **наиболее** подвижен атом хлора?



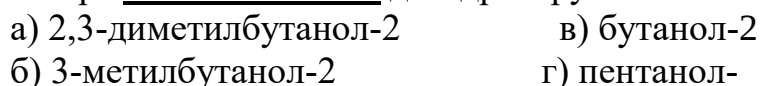
3. Толуол подвергли хлорированию на свету и получили моногалогенпроизводное А. 2-Метилгексан подвергли бромированию на свету, основной продукт реакции обработали водным раствором щёлочи, к полученному кислородсодержащему веществу прибавили металлический натрий и продукт реакции обработали соединением А. Какое из соединений получили при этом? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Сколько пиков должно наблюдаться в спектре ПМР *трет*-бутилового спирта? Докажите, используя базу данных PubChem.



5. Какой спирт **наиболее легко** дегидратируется?



Задание по теме «Амины»

### Вариант 1

1. Сколько изомеров имеет амин  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ ?



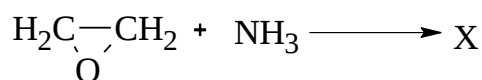
2. К какому типу относится амин, который даёт малиновое окрашивание с фенолфталеином и в ИК спектре имеет две слабые полосы поглощения в области 3300-3500 см<sup>-1</sup>? Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а) вторичных предельных                      б) первичных ароматических  
в) первичных предельного ряда            г) третичных

3. Какую структурную формулу имеет амин C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>N, если известно, что он с азотистой кислотой реагирует с образованием соответствующего спирта?

- а) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH(NH<sub>2</sub>)CH<sub>3</sub>                      б) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
в) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>NH C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>                          г) (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHNHCH<sub>3</sub>

4. Укажите продукт реакции (X):



- а) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH                              б) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>  
в) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub> CH<sub>3</sub>                          г) OH CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

5. Какой из нижеприведенных аминов будет вступать в реакцию с HNO<sub>2</sub>, давая нитрозопроизводное? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) изобутиламин                                  б) метилэтиламин  
в) *трет*-бутиламин                              г) триметиламин

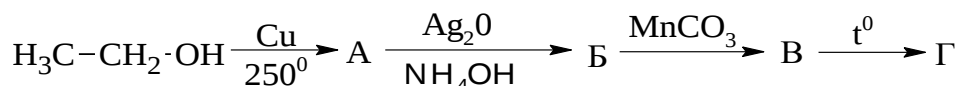
#### Задание по теме «Оксосоединения»

##### Вариант 1

1. При окислении кетона по Попову получили смесь уксусной, пропионовой, изомасляной и изовалериановой кислот. Какова структура кетона?

- а) 5-метилгексанон-3                              б) гептанон-3  
в) 5-метилгексанон-2                              г) 2-метилгексанон-3

2. Укажите конечный продукт Г следующей серии превращений: Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории



- а) уксусный альдегид                              б) ацетон  
в) пропен                                              г) пропанол-2

3. Сколько карбонильных соединений имеют формулу C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O?

- а) 3                      б) 5                      в) 7                      г) 9

4. Укажите область  $\pi \rightarrow \pi$  перехода в электронных спектрах карбонильных соединений (в нм). Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 200                      б) 300                      в) 270                      г) 240

#### Задание по теме «Карбоновые кислоты»

##### Вариант 1

1. Сколько изомеров имеет предельная одноосновная кислота состава C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>?



в) эмульсию специально синтезированных триглицеридов непредельных карбоновых кислот

г) эмульсию природных низкокачественных жиров

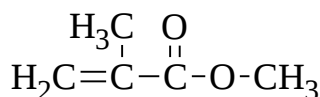
4. Какое название соответствует соединению со следующей структурной формулой?

а) метилметакрилат

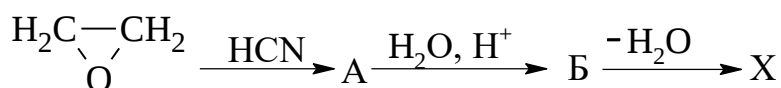
б) метакриловая кислота

в) метиловый эфир акриловой к-ты

г) метиловый эфир кротоновой к-ты



5. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме. Проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



Какое из приведенных названий принадлежит веществу (X)?

а) этиловый спирт

б) ацетон

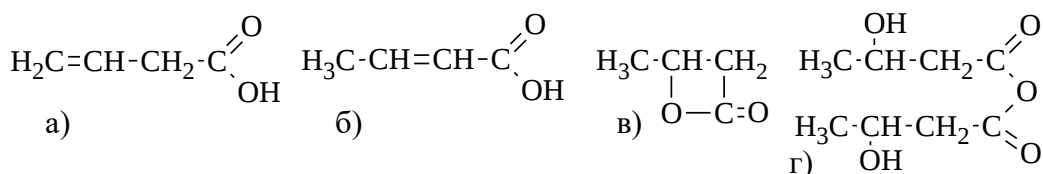
в) акриловая кислота

г) уксусный альдегид

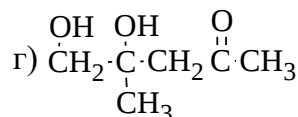
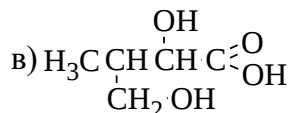
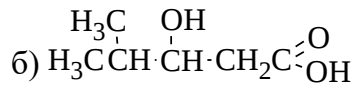
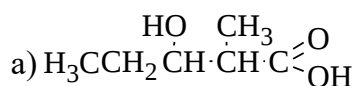
Задание по темам «Оксикислоты. Оксокислоты. Оптическая изомерия»

### Вариант 1

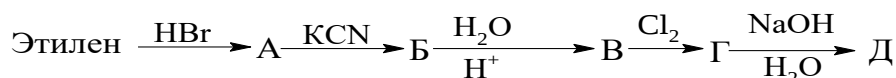
1. Что получится при нагревании β-оксимасляной кислоты?



2. Укажите структуру соединения состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$ , имеющего два оптических изомера, образующего с основаниями соли, легко дающего при нагревании соединение состава  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ , которое окисляется в кислом растворе  $\text{KMnO}_4$  в смесь изомасляной и щавелевой кислот. Докажите, используя базу данных ChEMBL.



3. Какое соединение (Д) образуется по следующей схеме?



а) гликолевая кислота

б) α-оксипропионовая кислота

в) β-оксимасляная кислота

г) β-оксипропионовая кислота

а)  $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$       б)  $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}=\text{O} \end{array}$       в)  $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$       г)  $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}=\text{O} \end{array}$

а) лактон      б) диметилкетон      в) лактам      г) метилэтилкетон

## Вариант 1

$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{C} - \text{H} \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\
 | \\
 \text{H}_2\text{COH}
 \end{array}
 \xrightarrow{\text{HCN}} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+} \text{Б} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{В}$$

- а) пентит    б) оксим    в) триоксиглутаровая кислота    г) озон

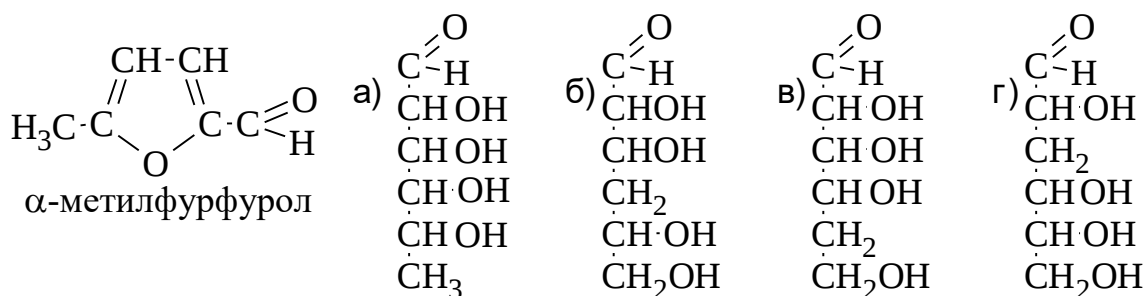
а) фруктоза      б) сахароза      в) глюкоза      г) лактоза

OCC(O)C(O)C(O)CO

- а)  $\alpha$ , D -галактоза  
б)  $\beta$ , D-фруктоза  
в)  $\beta$ , D-галактоза  
г)  $\alpha$ , D-фруктоза

37

окислении превращается в 2,3,4,5-тетраоксигексановую кислоту, даёт реакцию серебряного зеркала?



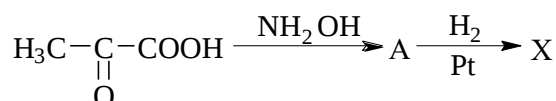
Задание по теме «Аминокислоты и белки»

### Вариант 1

1. Какие аминокислоты входят в состав природных белков? Докажите, используя базу данных ChEMBL.

- а) D, α      б) L, α      в) L, β      г) L, γ

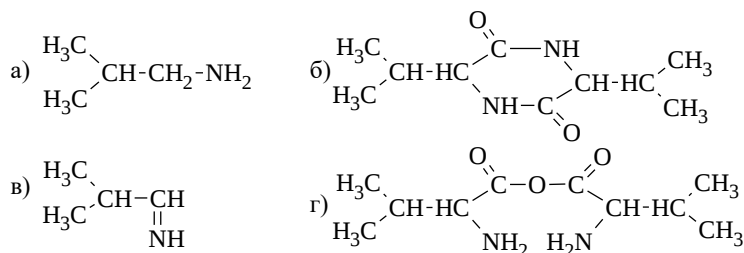
2. Укажите продукт реакции (X):



3. Укажите продукт термической дегидратации валина:



4. Укажите продукт, получаемый при действии азотистой кислоты на  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ . Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



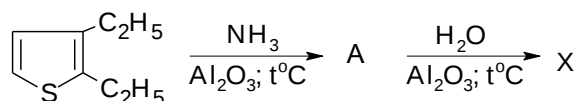
5. Какой реагент применяется для защиты аминогруппы в аминокислотах?

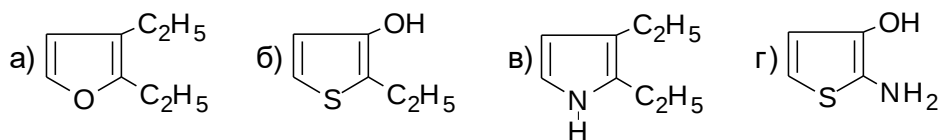
- а) этанол      б) уксусный ангидрид  
 в) хлорокись фосфора      г) азотистая кислота

Задание по темам «Пятичленные гетероциклы. Шестичленные гетероциклы»

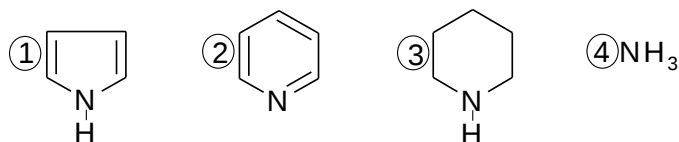
### Вариант 1

1. Какое соединение (X) образуется в результате следующих реакций:





2. Расположите следующие соединения в ряд **по убыванию** основности, Докажите, используя базу данных ChEMBL.



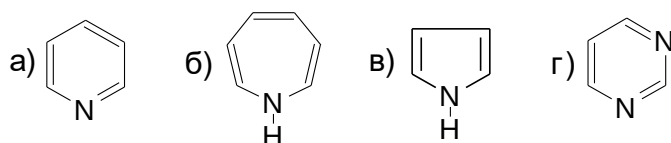
а)  $2 > 4 > 1 > 3$

б)  $3 > 4 > 2 > 1$

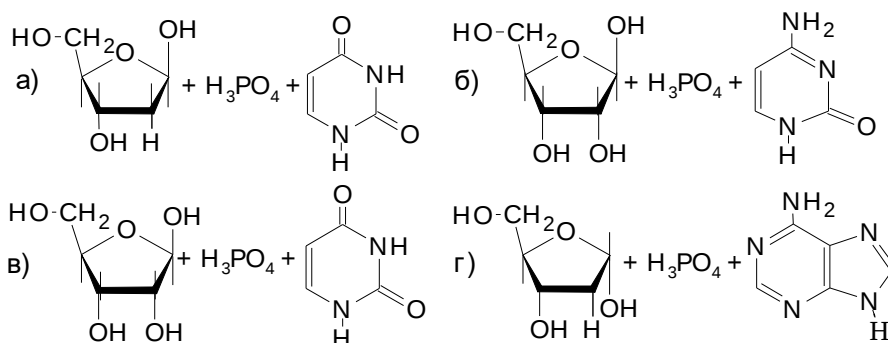
в)  $4 > 1 > 3 > 2$

г)  $1 > 3 > 4 > 2$

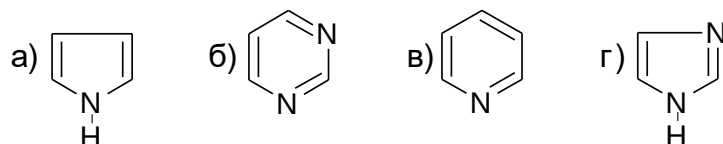
3. Какая из приведенных структур не является ароматической?



4. Укажите продукты полного гидролиза 3-уридилмонофосфата. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



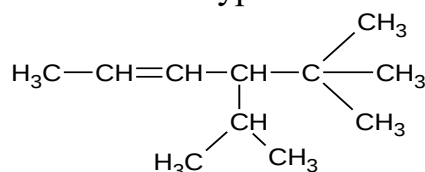
5. Производным какого гетероцикла является витамин PP? Докажите, используя базу данных SciFinder (CAS).



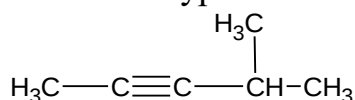
### Вопросы к контрольным работам

1. Синтезировать по реакции Вюрца изобутан.
2. Указать ошибку в названии и дать правильное название 2-этил-6-изопропилгексана.

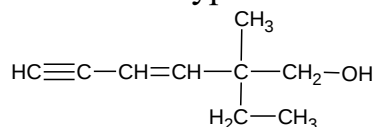
3. Написать все изомеры углеводорода брутто-формулы  $C_5H_{10}$  с открытой цепью, назвать их по номенклатуре ИЮПАК.
4. Написать реакцию Кучерова для пентина-1.
5. Написать реакцию 1,2-дибромпропана с металлическим цинком.
6. Как из ацетилена при помощи неорганических реагентов получить н.-бутан?
7. При помощи каких химических реакций можно отличить этилацетилен от диметилацетилена?
8. Назвать соединение по номенклатуре ЮПАК:

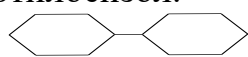


9. Написать реакцию полимеризации пропилена.
10. Написать реакцию для пентина-2.
11. Что получится при взаимодействии смеси пропилбромид и н-бутилбромид с натрием?
12. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



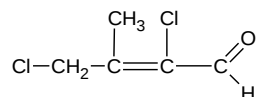
13. Что образуется при нитровании по Коновалову углеводорода 2-метилбутана?
14. Что получится при реакции н. бромистого пропила со спиртовым раствором щёлочи?
15. Сколько различных соединений получится при присоединении одной молекулы  $\text{HBr}$  к изопрену? (Условия различные).
16. Какие углеводороды образуются при полном восстановлении н.бутилового спирта, ацетона?
17. Синтезировать по реакции Вюрца 2-метилгексан.
18. Написать реакцию полимеризации бутадиена.
19. Написать структурные формулы и назвать изомеры ацетиленовых углеводородов  $C_4H_6$ .
20. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметилбутен-1 подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щёлочи?
21. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



22. Что образуется при восстановлении орто-фенилуксусной кислоты с помощью олова и соляной кислоты?
23. Что получится при дегидратации 2-метилпентанола-3?
24. Из бутандиола-1,4 получить 1,4-дибромбутан.
25. Из этилбензола получить пара-аминоэтилбензол.
26. Из бензола получить дициклогексил (  ).

27. Какое вещество образуется при окислении кислым раствором  $\text{KMnO}_4$  пара-диэтилбензола?
28. Из какого нитросоединения и в каких условиях можно получить бензиламин?
29. Из пропилового спирта получить пропилизобутиловый эфир.
30. Написать уравнение окисления хлористого аллила по Вагнеру.
31. Присоединить воду к пентену-2, назвать катализатор.
32. Из пропилена получить изопропиловый спирт, пропандиол-1,2.
33. Написать реакции бромирования и нитрования анизол (с образованием монозамещённых).
34. Получить диэтиловый эфир (двумя способами).
35. Из нитробензола получить *мета*-фенилендиамин.
36. Написать в порядке возрастания кислых свойств: фенол, воду, *орто*-нитрофенол, пикриновую кислоту, глицерин, метанол.
37. Как выделить фенол из смеси его с бензиловым спиртом? Написать уравнение реакции.
38. Какой продукт получится при действии металлического натрия на йодистый бензил?
39. Гидролизовать втор.бромистый бутил водной щёлочью и назвать полученное соединение.
40. Из бензола получить анизол.
41. Из метилацетилена получить  $\alpha$ -бромацетон; бромформ -  $\text{CHBr}_3$ .
42. Окислить пентанон-2 по Попову.
43. Получить бромангидрид  $\alpha$ -бромуксусной кислоты из этановой кислоты.
44. Написать альдольную и кротоновую конденсации для 2-метилпропаналя.
45. Какой продукт образуется, если к этиловому эфиру пропин-2-овой кислоты добавить  $\text{HBr}$ .
46. Из бензола получить ацетофенон (метилфенилкетон).
47. Какое соединение образуется при обработке на холоду изовалерианового альдегида водным раствором щёлочи?
48. Что получится при нагревании 2-оксибутановой кислоты?
49. Из гептаналя получить гептанол-2.
50. Получить фенилуксусную кислоту из бензилхлорида.
51. Написать конденсацию Кляйзена для этилового эфира изомасляной кислоты.
52. Из фенилуксусного альдегида получить фенилацетилен.
53. Из масляной кислоты получить дипропилкетон.
54. Из пропионового альдегида получить оксим, фенилгидразон, бисульфитное производное, циангидрин и ацеталь метилового спирта.
55. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:  

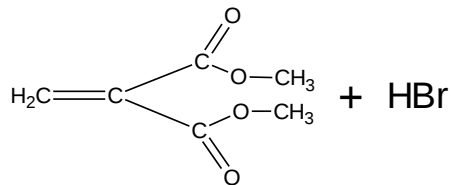
$$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\text{HC}}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_3$$
56. Из какого спирта при окислении (условия) образуется метилэтилкетон?
57. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



58. Из адипиновой кислоты получить цикlopentanон.

59. Из пропилена получить хлорангидрид изомасляной кислоты.

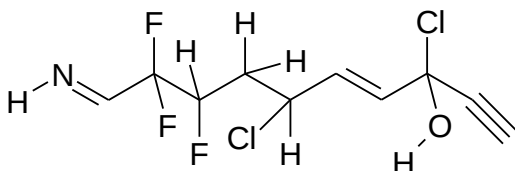
60. Написать реакцию:



### Пример билета итоговой контрольной работы по темам 17-19

#### Билет 1

1. Напишите структурную формулу диолеостеарилглицерина
2. Сколько оптических изомеров существует для соединения



3. Напишите структурную формулу α, D-глюкопиранозы по Фишеру и по Хеуорсу
4. Синтезировать дипептид аланилглицин
5. Напишите реакцию: пиридин + HI →

### 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Органическая химия» может применяться балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний. Студент, набравший в течение семестра при освоении дисциплины необходимое для аттестации количество баллов, получает зачет по балльно-рейтинговой системе.

#### Балльно-рейтинговая структура зачета:

Индивидуальные домашние задания – 75 баллов (15 работ × 5 баллов)

on-line тестирование – 50 баллов (10 работ × 5 баллов)

Контрольные работы – 150 баллов (3 работы × 50 баллов)

Лабораторные работы (оценивается подготовка к работам, качество выполнения работ и ведение тетради) – 30 баллов  
 Опрос на лабораторных работах – 55 баллов  
 Итоговая контрольная работа – 50 баллов  
 Максимальная сумма баллов:  $S_{\max} = 75 + 50 + 150 + 30 + 55 + 50 = 410$  баллов.

Таблица 7

| Шкала<br>оценивания | Зачет      |
|---------------------|------------|
| 205 и более баллов  | зачтено    |
| менее 205 баллов    | не зачтено |

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам, тестированиям и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за индивидуальное домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Виды текущего контроля: индивидуальные домашние задания, контрольные работы, тестирование, опрос по темам, защита лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: зачет.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Органическая химия: Учебник для студентов вузов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 608 с.
2. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. 6-е изд. – М.: Юрайт, 2012. – 349 с.
3. Практикум по органической химии = Workshop on organic chemistry: учебное пособие / Н. Л. Багнавец, А.В. Осипова, И.И. Дмитриевская [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2022. — 104 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s16112022PrakOrgHim.pdf>.

## 7.2. Дополнительная литература

1. Белопухов С. Л. и др. Практикум по химии (информационно-справочные материалы к лабораторно-практическим занятиям). М., Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2013 г., 354 с.
2. Пржевальский Н. М., Токмаков Г. П., Дмитриев Л. Б., Нам Н.Л., Рожкова Е. Н. Идентификация неизвестного органического соединения. М. Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2017.
3. Белопухов С. Л., Пржевальский Н. М. и др. Сборник задач и упражнений по химии. М. Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015.

## 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Боев В.И., Дмитриев Л. Б., Токмаков Г.П., Грандберг И.И., Нам Н.Л., Рожкова Е. Н. Под общей ред. проф. Н. М. Пржевальского. «Организация учебного процесса по курсу «Органическая химия» (методические указания). Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.
2. Дмитриев Л. Б., Токмаков Г.П., Нам Н.Л., Углинский П.Ю., Рожкова Е. Н., Денисов П.Д.. Под общей ред. проф. Н. М. Пржевальского. «Самостоятельная работа студентов по курсу «Органическая химия» (методические указания). Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.
3. Пржевальский Н. М., Рожкова Е.Н., Нам Н.Л., Токмаков Г.П., Дмитриев Л.Б., Углинский П.Ю., Лукина И.В. Лабораторно-практические работы по органической химии (рабочая тетрадь). Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2017.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Программа ChemLab. – для проведения виртуальных химических экспериментов (открытый доступ)
2. Программа MathLab – для моделирования влияния условий химических реакций, катализаторов и ингибиторов на выход продуктов при проведении экспериментов (открытый доступ)
3. Scifinder - поиск методик синтеза, литературный и патентный поиск по химии(открытый доступ)
4. Acros organics - поиск в каталогах (открытый доступ)
5. ChemSource – Интернет-ресурс по разделам химии (открытый доступ)
6. ChemFinder Databases Search поисковая система по 100 химическим сайтам (открытый доступ)
7. База данных «Химия» Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ). Доступны следующие базы данных, содержащие информацию в области химии: Химия, Физико-химическая биология, Охрана окружающей среды, Обзоры.

8. [www.webelements.com](http://www.webelements.com) (открытый доступ)
9. [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru) (открытый доступ)
10. [www.scifinder.cas.org](http://www.scifinder.cas.org)
11. [www.reaxys.com](http://www.reaxys.com)
12. <http://zinc15.docking.org>
13. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
14. <http://www.chemspider.com/>
15. <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>
16. [https://portal.tpu.ru/ceor/v\\_lab](https://portal.tpu.ru/ceor/v_lab)
17. <https://pl-llc.ru/>
18. <https://phet.colorado.edu/>
19. <https://vrchemlab.ru/>
20. <https://www.youtube.com/channel/UCr1PT0JducMG1-SP8hpt18A>

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 9

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

| <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, Большая химичка, учебная аудитория для чтения лекций (200 человек) и проведения занятий лекционного типа)                                                                                                                                                                                                | 1.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв.№ 410124000602969)<br>2. Трибуна 1 шт (Инв.№591742)<br>3. Доска меловая – 3 шт.<br>4.Стол письменный – 1 шт                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Учебный корпус №6, ауд. 330<br><i>Учебная аудитория для чтения лекций, проведения лабораторных работ, практических занятий, для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы.</i> | 1.Устройство для сушки посуды ПЭ -2000 1 шт. (Инв. № 558405/3)<br>2. Шкаф для хим. посуды 1 шт. (Инв. № 558596)<br>3. Шкаф для хим. реактивов 1 шт. (Инв. № 558596/1)<br>4.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв. № 558883, Инв. № 591717/1, Инв. 602449, Инв. № 602471)<br>5.Сушильный шкаф PD 115 1 шт. (Инв. № 558344)<br>6. Мойка лабораторная 7 шт. (Инв. №558595/1, Инв. №558595/2, Инв. №558595/3, Инв. №558595/4, Инв. №558595/5, Инв. №558595/6, Инв. №558595)<br>7. Вытяжной шкаф 4 шт. (Инв. №558597/1, Инв. №558597, Инв. №558597/2, Инв. №558597/3)<br>8. Лабораторный стол – 30 шт.<br>9. Доска меловая – 1 шт.<br>10. Стул-табурет – 30 шт.<br>11. Штативы 10 шт.<br>12. Газовые горелки 8 шт.<br>13. Электрические плитки 2 шт. «Ока-5».<br>14. Весы электронные 1 шт. «Ohaus» model Pro SPU 202 |
| Учебный корпус №6, ауд. 221<br><i>Учебная аудитория для проведения</i>                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1. Устройство для сушки посуды ПЭ – 2000 1 шт. (Инв. №558405/1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лабораторных работ, практических занятий, для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы                                                                 | 2. Доска аудиторная 1 шт. (Инв. № 560483)<br>3. Столики подъемные 3 шт. (Инв. № 558404/20, Инв. № 558404/21, Инв. № 558404/22)<br>4. Сушильный шкаф 1 шт. (Инв. № 558344/2)<br>5. Мойка лабораторная 4 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4)<br>6. Шкаф для хим. реактивов 1 шт. (Инв. № 558505/1)<br>7. Шкаф для хим. посуды 1 шт. (Инв. № 558505/1)<br>8. Шкаф вытяжной 5 шт. (Инв. № 558507/5, Инв. № 558507/6, Инв. № 558507/7, Инв. № 558507/8, Инв. № 558507/4)<br>9. Столы лабораторные 30 шт.<br>10. Стул-табурет 30 шт.<br>11. Стол письменный 1 шт.<br>12. Вешалка для одежды вертикальная 1 шт. (Инв. № 333144)<br>13. Штативы 10 шт.<br>14. Газовые горелки 8 шт.<br>15. Электрические плитки 2 шт. «Ока-5».<br>16. Весы электронные 1 шт. «Ohaus» model Pro SPU 202                                                                     |
| Учебный корпус №6, ауд. 222<br>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, практических занятий, для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы | 1. Устройство для сушки посуды ПЭ – 2000 1 шт. (Инв. № 558405/1)<br>2. Доска аудиторная 1 шт. (Инв. № 560483)<br>3. Столики подъемные 3 шт. (Инв. № 558404/20, Инв. № 558404/21, Инв. № 558404/22)<br>4. Сушильный шкаф 1 шт. (Инв. № 558344/2)<br>5. Мойка лабораторная 4 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4)<br>6. Шкаф для хим. реактивов 1 шт. (Инв. № 558505/1)<br>7. Шкаф для хим. посуды 1 шт. (Инв. № 558505/1)<br>8. Шкаф вытяжной 5 шт. (Инв. № 558507/5, Инв. № 558507/6, Инв. № 558507/7, Инв. № 558507/8, Инв. № 558507/4)<br>9. Столы лабораторные 30 шт.<br>10. Стул-табурет 30 шт.<br>11. Стол письменный 1 шт.<br>12. Вешалка для одежды вертикальная 1 шт. (Инв. № 333144)<br>13. Штативы 10 шт.<br>14. Газовые горелки 8 шт.<br>15. Электрические плитки 2 шт. «Ока-5».<br>16. Весы электронные 1 шт. «Ohaus» model Pro SPU 202 |
| Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова. Читальный зал.                                                                                                                                                                                                                                                        | Для самостоятельной работы студентов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Общежития. Комнаты для самоподготовки.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Для самостоятельной работы студентов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Органическая химия» студентам необходимо иметь рекомендуемые учебники и учебные пособия. При освоении каждой из тем дисциплины студент должен посещать лекции, внимательно изучать и законспектировать материал по определенной теме, подготовиться к выполнению лабораторной работы, выполнить лабораторную работу в лаборатории и защитить её. Каждый из видов учебной деятельности

оценивается в баллах и учитывается в рейтинге студента. Для самоконтроля студентов предназначены индивидуальные задания, контрольные вопросы и упражнения и вопросы для подготовки к опросу. Контроль освоения тем студентом осуществляется в виде контрольных работ и опроса по темам.

Для конспектирования материалов занятий рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждого занятия следует начинать с названия темы и указания даты его проведения. Все заголовки разделов материала следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время занятия следует внимательно следить за ходом мысли преподавателя и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, названия веществ, уравнения химических реакций. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует преподаватель. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя. Работать с конспектом нужно еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования лабораторных работ следует завести отдельную тетрадь из 48 листов (лабораторный журнал). При подготовке к лабораторной работе следует составить краткий (1-1,5 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная лабораторная работа. Для подготовки конспекта используют главы учебника, рекомендованные преподавателем, и конспект, записанный на занятии. Также при домашней самостоятельной подготовке к лабораторной работе нужно начертить таблицы, приведённые в практикуме, и произвести необходимые для проведения работы расчёты. Домашняя подготовка является необходимой частью лабораторной работы. Без неё невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение лабораторной работы, требует хорошо скоординированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

Для повторения и проработки знаний, полученных на лабораторных работах, рекомендуется применять виртуальный программный лабораторный комплекс (по выбору).

В ходе занятия нужно активно работать, отвечая на вопросы преподавателя, участвуя в дискуссии и задавая собственные вопросы для уяснения сложного для понимания материала.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при проведении всех лабораторных работ.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные лабораторные работы, невыполненные индивидуальные домашние задания, контрольные работы, коллоквиум) должны

быть ликвидированы. Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Самостоятельная работа студентов над курсом дисциплины «Органическая химия» заключается в систематической работе с учебником и лекциями, подготовке к лабораторным работам, контрольным работам и коллоквиумам. Особое место в самостоятельной работе занимает выполнение индивидуальных домашних заданий, которые позволяют осуществлять самоконтроль усвоения учебного материала, прививают навыки поиска необходимой химической информации и необходимых в будущей практической деятельности бакалавров химических расчетов.

При решении задач необходимо разобрать все типовые задачи, приведённые ко всем темам, что поможет в выполнении индивидуального домашнего задания и контрольной работы, которая завершает каждую тему курса.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Пропущенные лекции студент отрабатывает самостоятельно, изучая учебник и дополнительную литературу по соответствующим темам.

Студент, пропустивший лабораторные занятия, обязан подготовить конспект пропущенной лабораторной работы, предоставить решение тестовых заданий по пропущенной теме и в присутствии лаборанта кафедры отработать её в свободное от занятий время. Студент без конспекта лабораторной работы не допускается до отработки. После выполнения лабораторной работы лаборант в конспекте ставит дату отработки и подпись.

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольной работе и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

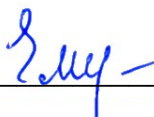
Специфика дисциплины «Органическая химия» заключается в неразрывной связи теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях и при самостоятельной подготовке, подтверждаются и усваиваются на лабораторных занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания химии в объёме школьной программы и математики. Повышение уровня знаний по химии у студентов неразрывно

связано с поиском и внедрением новых путей совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, природных минералов, демонстрация опытов;
- решение химических расчётных и экспериментальных задач как метод обучения химии;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- использование различных программных продуктов, предназначенных для имитационного выполнения лабораторных работ по курсу органической химии (Виртуальные лаборатории Томского Политеха, ProgramLab, PhET, VR Chemisrty Lab, Virtual Chemistry Experiments);
- применение современных цифровых инструментов, интернет-ресурсов (Яндекс Диск, [облако@mail.ru](mailto:облако@mail.ru), zoom, Yandex Telemost, Webinar, Trello, Padlet, Teams, Moodle);
- знакомство с электронными базами данных SciFinder (CAS), Reaxys, ZINC, PubChem, ChEMBL, Chem Spider;
- организация индивидуальной работы студентов с учётом уровня подготовки;
- систематический контроль знаний в процессе обучения (проверка индивидуальных заданий, проведение контрольных работ, опросов по темам, приём лабораторных работ, on-line тестирование).

**Программу разработали:**

Елисеева О.В., к.б.н., доцент



## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия»  
ОПОП ВО по модуль «Б1.О.13 Химия» по направлениям 19.03.01 Биотехнология,  
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (квалификация выпускника – бакалавр)**

Борисовым Б.А., профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия» ОПОП ВО по направлениям 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре химии (разработчик – Елисеева О.В., доцент кафедры химии, кандидат биологических наук, доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлениям 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направлений 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.О.13.02 Органическая химия» закреплена 1 компетенция. Дисциплина «Б1.О.13.02 Органическая химия» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях, так как актуализирована применением современных цифровых инструментов и различных программных продуктов. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях «знать, уметь, владеть» соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия» составляет 3 зачётные единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.О.13.02 Органическая химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия» предполагает 4 занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направлений 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (индивидуальные задания, тестирования, опросы по темам, защита лабораторных работ, контрольные работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины как дисциплины

базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС направлений 05.03.04 Гидрометеорология, 06.03.01 Биология, 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия.

Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовые учебники и пособия для самостоятельной работы), дополнительной литературой – 3 наименований, методическими указаниями – 3 источника, Интернет-ресурсами – 20 источников и соответствует требованиям ФГОС направлений 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

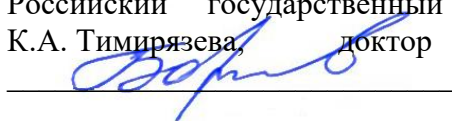
12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Б1.О.13.02 Органическая химия».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.О.13.02 Органическая химия» ОПОП ВО по направлениям 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Елисеевой О.В., доцентом кафедры химии, кандидатом биологических наук, доцентом, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Борисов Б.А., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения,  
Российский государственный аграрный университет - МСХА имени  
К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор



«28» 08 2025 г.