

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ВОЛГОГРАДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

**Институт естественных наук**

**Кафедра биологии и биоинженерии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование**

**дисциплины (модуля): Органическая химия**

**Уровень ОПОП: Бакалавриат**

**Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки: Общая и прикладная биотехнология**

**Форма обучения: Очная**

**Срок обучения: 2024 - 2028 уч. г.**

**Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (приказ № 736 от 10.08.2021 г.) и учебного плана, утвержденного Ученым советом (от 26.05.2023 г., протокол № 9)**

**Разработчики: к.х.н., доцент Шипаева Т.А.**

**Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 06 от 19.06.2023 года**

**Зав. кафедрой**



**Зорькина О.В.**

### **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - изучение современной органической химии, а так же формирование представления о сущности процессов, происходящих с участием органических веществ в ходе научного эксперимента, в промышленной технологии, в природе и в живых организмах.

Задачи дисциплины: - сформировать представления о биологически активных веществах, имеющих различное значение и их роли в жизнедеятельности растительного и животного мира; - изучить теоретические основы органической химии (состав, строение и химические свойства основных органических соединений, взаимосвязь строения и химических свойств); - сформировать основы навыков работы с органическими веществами.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Органическая химия» относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 1 курсе.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, определенных учебным планом в соответствии с ФГОС ВО. Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

**- ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам

Студент должен уметь:

изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей

Студент должен владеть:

способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием

**- ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.

Студент должен уметь:

планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических, биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам

Студент должен владеть: навыками проведения экспериментальных исследований

биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                         | Всего часов | Первый семестр |
|--|-------------|----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>           | <b>136</b>  | <b>136</b>     |
| Лекции                                     | 68          | 68             |
| Практические                               | 68          | 68             |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>      | <b>8</b>    | <b>8</b>       |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>       | <b>36</b>   | <b>36</b>      |
| Экзамен                                    | 36          | 36             |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>             | <b>180</b>  | <b>180</b>     |
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>5</b>    | <b>5</b>       |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание дисциплины: Лекции (68 ч.)

##### Первый семестр. (68 ч.)

1. Теоретические представления в органической химии. Классификация, строение и номенклатура органических соединений; классификация органических реакций. Функциональные характеристические группы. Понятия об индуктивном и мезомерном эффектах. Основные методы синтеза органических соединений. Методы очистки органических соединений. Методы определения основных физических констант (2ч.)

##### 2. Углеводороды. (4ч.)

**2.1** Алканы. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Алкильные радикалы. Получение алканов из нефти и природного газа. Синтетические способы получения: восстановлением галогенпроизводных углеводородов, гидролизом магний галоген алкилов, гидрированием непредельных углеводородов, из солей карбоновых кислот по реакции Кольбе, из галогенопроизводных по реакции Вюрца. Химические свойства: реакции с галогенами, азотной кислотой, сульфохлорирование и сульфоокисление, окисление и дегидрирование. Механизм реакций радикального замещения в алканах. Правило Зайцева. (2ч.)

**2.2 Алкены.** Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные способы получения: дегидрирование и крекинг алканов. Получение из галогенопроизводных, спиртов, частичным гидрированием алкинов. Химические свойства: каталитическое гидрирование, реакции электрофильного присоединения. Объяснение правила Марковникова с точки зрения современных электронных представлений. Окисление, озонирование, полимеризация (2ч.)

**2.3 Алкины.** Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные методы получения. Синтез из галогенпроизводных, алкилированием ацетилена. Химические свойства: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, воды, спиртов, карбоновых кислот, синильной кислоты. Реакция полимеризации, конденсации с альдегидами и кетонами. Образование ацетиленидов.. (2ч.)

**2.4 Алкадиены** Классификация, номенклатура. Углеводороды с сопряженными двойными связями: дивинил, изопрен. Способы получения, химические свойства. (2ч.)

**2.5.Алициклические углеводороды.** Классификация, номенклатура, изомерия. Циклоалканы. Основные способы получения: из дигалогенопроизводных углеводородов, гидрированием ароматических соединений, циклизацией карбонильных соединений. Химические свойства: реакции замещения, окисления, присоединения, дегидрирования. (2ч.)

**2.6 Арены ряда бензола** (ароматические соединения). Природные источники ароматических углеводородов. Современные представления о строении бензола. Гомологический ряд бензола, изомерия, номенклатура. Получение гомологов бензола реакцией алкилирования. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения (алкилирования, ацилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования). Правила замещения в бензольном ядре. Реакции присоединения водорода, галогенов, озона. Окисление бензола и его гомологов. (2ч.)

**2.7 Многоядерные ароматические углеводороды с конденсированными ядрами.** Нафталин, его строение, химические свойства. (2ч.)

### **3 Функциональные производные углеводородов.** (4ч.)

**3.1 Галогенопроизводные углеводородов.** Классификация. Способы получения из алканов, циклоалканов, алкенов, алкинов, спиртов, ароматических углеводородов. Особенности получения фторо- и йодопроизводных. Физические свойства. Химические свойства, основные химические превращения. Реакции дегалогенирования, дегидрогалогенирования; реакции Вюрца и Вюрца-Фиттига. (2ч.)

**3.2 Окиссоединения (гидроксисоединения).** Классификация, номенклатура.

Спирты. Классификация алифатических спиртов. Одноатомные спирты. Классификация, изомерия, номенклатура. Способы получения: гидролизом галогеналканов, действием металлоорганических соединений на альдегиды и кетоны; гидратацией непредельных соединений, восстановлением карбонильных соединений. Химические свойства. Реакции с разрывом связи С-ОН и О-Н. Реакции со щелочными металлами, галогеноводородами, галогенидами фосфора, тионилхлоридом, образование простых и сложных эфиров. Реакции дегидратации, окисления и дегидрирования спиртов. Понятие о непредельных и ароматических спиртах.

Двухатомные спирты (гликоли). Методы получения. Особенности химических свойств: окисление, внутри- и межмолекулярная дегидратация, образование комплексных солей с гидроксидами металлов. Этиленгликоль: получение и применение.

Глицерин как представитель трехатомных спиртов: получение из жиров, из пропилена, из пропаргилового спирта. Химические свойства: образование глицератов, галогенгидринов, сложных эфиров, дегидратация, окисление. Применение глицерина в промышленности.

Простые эфиры. Строение, номенклатура, химические свойства.

Фенолы. Изомерия, номенклатура. Получение фенола кумольным способом, из сульфокислот, арилгалогенидов, солей диазония. Химические свойства: кислотные

свойства, образование простых и сложных эфиров. (4ч.)

**3.3 Альдегиды и кетоны (оксосоединения).** Изомерия, номенклатура. Получение альдегидов и кетонов: по реакции окисления, гидратацией ацетиленом и его гомологов, сплавлением солей двухосновных карбоновых кислот со щелочами, по реакции оксосинтеза. Получение ароматических карбонильных соединений по реакции Фриделя-Крафтса. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе; реакции присоединения с последующим отщеплением воды (образование иминов, оксимов, гидразонов); реакции, связанные с подвижностью атома водорода, находящегося в альфа-положении по отношению к карбонильной группе (замещение на галогены, альдольно-кратоновая конденсация); окислительно-восстановительные реакции, реакция Канниццаро. (4ч.)

**3.4 Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Монокарбоновые (одноосновные) карбоновые кислоты.** Изомерия, номенклатура. Способы получения: окислением углеводов, первичных спиртов, альдегидов; из галогенпроизводных, нитрилов, через металлоорганические соединения. Химические свойства: кислотные свойства, влияние строения углеводородного радикала на кислотные свойства, образование солей. Получение и свойства функциональных производных кислот: галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов и нитрилов.

Дикарбоновые (двухосновные) кислоты. Особенности химических свойств.

Ароматические кислоты (одно- и многоосновные). Способы получения, химические свойства, Непредельные кислоты. Получение и химические свойства на примере акриловой и метакриловой кислот. (4ч.)

**4. Понятие об элементоорганических и гетероциклических соединениях.** Строение, номенклатура, общие способы получения на примере магний органических соединений. Пятичленные и шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетеро атомом: фуран, тиофен, пиррол, пиридин. (2ч.)

**5. Азотсодержащие органические соединения. (2ч.)**

**5.1 Нитросоединения.** Получение алифатических и ароматических нитросоединений. Химические свойства: реакции восстановления ароматических нитросоединений. Таутомерия Нитросоединений. (2ч.)

**5.2 Амины.** Классификация, номенклатура, изомерия. Кислотно-основные свойства первичных, вторичных и третичных аминов. Получение аминов из галогенпроизводных, восстановлением нитросоединений, нитрилов. Химические свойства аминов: образование солей, реакции алкилирования, ацилирования, взаимодействие с азотистой кислотой; особенности реакции нитрования ароматических аминов. (2ч.)

**5.3 Ароматические диазо- и азосоединения.** Реакция диазотирования. Строение и таутомерия диазосоединений. Химические свойства солей диазония: реакции, идущие с выделением азота: замещение диазогруппы на гидроксил, галогены, цианогруппу, нитрогруппу. Реакции, идущие без выделения азота: образование фенилгидразина, реакции азосочетания с аминами и фенолами. Понятие об азокрасителях. (2ч.)

**6. Гетерофункциональные соединения. (2ч.)**

**6.1 Гидроксикислоты.** Классификация, изомерия, номенклатура. Способы получения: гидролизом галогензамещенных кислот, из оксинитрилов, реакцией гидратации непредельных кислот. Химические свойства оксикислот по карбоксильной и гидроксильной группам; свойства, обусловленные взаимным влиянием этих функциональных групп; поведение альфа-, бета-, и гамма- оксикислот при нагревании. Оптическая изомерия и оптическая активность оксикислот. Образование зеркальных изомеров, диастереомеров, мезоформы и рацематов на примере молочной, альфа -, бета- диоксимасляной и винной кислот. Способы разделения рацемических смесей. (2ч.)

**6.2 Оксокислоты (альдегидо- и кето-кислоты).** Изомерия, номенклатура. Общие методы

получения на примере пировиноградной, ацетоуксусной кислот. Кетоенольная таутомерия ацетоуксусного эфира. Кислотное и кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. (2ч.)

### 7. Природные биоорганические соединения. (4ч.)

7.1 Липиды. Общая характеристика, распространение в природе, классификация. Простые липиды, жиры, масла. Нейтральные жиры: строение, состав, химические свойства. Стерины, воски: строение и свойства. Понятие о фосфо- и гликолипидах. (2ч.)

7.2 Углеводы. Классификация, распространение в природе. Моносахариды. Классификация, строение.

Оксикарбонильная и циклическая полуацетальная формы моносахаридов. Стереохимия моноз: D- и L-ряды, альфа- и бета- формы моносахаридов. Таутомерные превращения в растворах моносахаридов. Получение. Химические свойства: алкилирование, ацилирование, окисление, восстановление, реакции с синильной кислотой и фенилгидразином, действие щелочей. Гликозиды: строение свойства, распространение в природе. Отдельные представители: глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза.

Дисахариды, их классификация. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза. Не восстанавливающие дисахариды: сахароза. Полисахариды. Строение, свойства. Крахмал и целлюлоза: распространение в природе, строение. Химические свойства целлюлозы. Хитин, хитозан: строение, получение из хитин содержащего сырья, применение. (4ч.)

7.3 Белки. Образование пептидной связи. Понятие о первичной, вторичной и третичной структуре белков. Классификация белков. Изоэлектрическая точка белков; процесс денатурации. Цветные реакции на белки. (2ч.)

## **5.2. Содержание дисциплины: Практические (68 ч.)**

### **Первый семестр. (68 ч.)**

1. Методы очистки органических веществ, определение физико-химических характеристик органических веществ. Простая перегонка, перекристаллизация, определение температур кипения, плавления, показателя преломления. (8ч.)
2. Свойства и способы получения углеводородов. Предельные, непредельные, ароматические углеводороды. (8ч.)
3. Способы получения галогенопроизводных углеводородов по реакции нуклеофильного замещения гидроксильной группы на галоген. Синтез бромистого этила. (8ч.)
4. Способы получения сложных эфиров. Реакция этерификации. Синтез этилацетата. (8ч.)
5. Оксисоединения. Свойства спиртов, простых эфиров. (4ч.)
6. Свойства фенолов (4ч.)
7. Оксисоединения. Свойства альдегидов и кетонов. (4ч.)
8. Свойства карбоновых кислот. (4ч.)
9. Азотсодержащие соединения. Амины, амиды кислот. (4ч.)
10. Гетерофункциональные соединения: оксикислоты. Определение молочной кислоты в мышечной ткани рыбы и молочной сыворотке. (4ч.)
11. Биоорганические соединения. Изучение денатурации белков, определение изоэлектрической точки белков. (4ч.)
12. Углеводы: свойства моносахаридов, дисахаридов, полисахаридов. (4ч.)

## **6. Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине**

### **Первый семестр (8 ч.)**

1. Электронные эффекты в органических соединениях (индуктивный, мезомерный на примере различных соединений).
2. Типы разрыва химической связи в органической химии, механизмы реакций на примере различных классов соединений.
3. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединениях (на примере соединений

различных классов).

4. Синтетические моющие средства на основе алканов. Механизм моющего действия.

## 7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены

## 8. Фонд оценочных средств. Оценочные материалы

### 8.1. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий

**Базовый уровень:**

обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий

**Пороговый уровень:**

обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий на репродуктивном уровне

**Уровень ниже порогового:**

система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности

| Уровень сформированности компетенции | Шкала оценивания для промежуточной аттестации | Шкала оценивания по БРС |
|--------------------------------------|---|-------------------------|
|                                      | Экзамен, зачет с оценкой                      |                         |
| Повышенный                           | 5 (отлично)                                   | 91 и более              |
| Базовый                              | 4 (хорошо)                                    | 71 – 90                 |
| Пороговый                            | 3 (удовлетворительно)                         | 60 – 70                 |
| Ниже порогового                      | 2<br>(неудовлетворительно)                    | Ниже 60                 |

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

| Оценка  | Показатели   |
|---------|--|
| Отлично | Обучающийся демонстрирует:<br>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;<br>точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;<br>безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p>научных и профессиональных задач;<br/> выраженную способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;<br/> полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;<br/> умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;<br/> творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>   |
| Хорошо              | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/> систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины;<br/> использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;<br/> владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;<br/> способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины; свободное владение типовыми решениями;<br/> усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине;<br/> умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;<br/> активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p> |
| Удовлетворительно   | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/> достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине;<br/> использование научной терминологии, грамотное, логически правильно изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;<br/> владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;<br/> способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины;<br/> усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;<br/> умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине;<br/> работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>  |
| Неудовлетворительно | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/> фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины;</p>  |



|  |  |
|--|--|
|  | <p>знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине;</p> <p>неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок;</p> <p>пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.</p> |
|--|--|

## 8.2. Вопросы, задания текущего контроля.

В целях освоения компетенций, указанных в рабочей программе дисциплины, предусмотрены следующие вопросы, задания текущего контроля

### - ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

Студент должен знать:

основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам

Задания:

1. Приведите примеры аминокислот, объясните их амфотерные свойства с точки зрения строения молекулы
2. Составьте уравнения реакций и определите, какие вещества образуются при взаимодействии ацетилен и бутин-1 с  $H_2O$  в присутствии солей ртути. Назовите образующиеся соединения.
3. Объясните, как влияют заместители I рода на электрофильное замещение в бензольном ядре. Приведите пример, напишите уравнение реакции.

Студент должен уметь:

изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей

Задания:

1. Напишите реакции этерификации с бутанолом-2 следующих кислот: а) муравьиной; б) уксусной.
2. Определите, какие продукты окисления перманганатом калия в кислой среде образуются при окислении: а) этанола; б) бутена-2; в) толуола?
3. Составьте схему реакции, иллюстрирующей действие правила Марковникова

Студент должен владеть:

способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием

Задания:

1. Какие качественные реакции на гидроксильные соединения Вам известны? Напишите схемы этих реакций.

2. Напишите структурные формулы изомеров для соединения дигидроксибензол и укажите их названия.
3. Как с помощью рефрактометрического метода можно определить концентрацию спирта в спиртосодержащем продукте. Составьте алгоритм действий.

**- ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы**

Студент должен знать:

цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.

Задания:

1. Дайте характеристику гомологического ряда алканов. Приведите определение понятия "изомерия". Приведите примеры изомеров и гомологов.
2. Опишите электронное строение простой, двойной и тройной связи; приведите характеристику явления гибридизации.
3. Какие реакции характерны для непредельных соединений? Приведите примеры реакций.

Студент должен уметь:

планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических, биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам

Задания:

1. Какие соединения относятся к гомологическому ряду бензола? Приведите общую формулу. Рассмотрите на конкретных примерах правила номенклатуры гомологов бензола.
2. Как заместители I и II-го рода влияют на реакционную способность бензольного кольца и направление реакции замещения?
3. Сравните кислотные свойства алифатических спиртов и фенолов с точки зрения электронного строения гидроксильной группы и взаимного влияния атомов в молекуле

Студент должен владеть:

навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов

Задания:

1. Рассмотрите химические свойства карбоновых кислот на примере уксусной кислоты.
2. Приведите основные правила заместительной номенклатуры УРАК на конкретных примерах органических веществ различных классов.
3. Изложите правила техники безопасности в лаборатории органической химии при работе с ЛВЖ.

### 8.3. Вопросы промежуточной аттестации

#### Первый семестр (Экзамен)

1. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова. Явления изомерии, виды изомерии. Гомологи и гомологические ряды. Электронное строение атома углерода.
2. Механизмы образования ковалентной связи (обменный и донорно-акцепторный). Основные характеристики связей (энергия связи, длина связи, валентный угол). Разрыв ковалентной связи (гомолитический и гетеролитический).
3. Функциональная группа. Классификация органических веществ по углеродному скелету и по функциям.
4. Номенклатура органических соединений. Тривиальные и рациональные названия. Современная международная номенклатура.
5. Валентные состояния атома углерода в органических соединениях (виды гибридизации электронных облаков).  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Водородная связь в органических соединениях.
6. Механизм реакции, основные понятия. Промежуточные частицы реакций: свободные радикалы, карбокатионы, карбанионы. Кислотно-основное равновесие в органических реакциях (теория Бренстеда-Лоури, теория Льюиса). Классификация органических реакций и реагирующих частиц в органической химии. Механизм реакции (радикальные, нуклеофильные, электрофильные механизмы). Переходное состояние.
7. Взаимное влияние атомов в органических соединениях. Электронные эффекты: индуктивный и мезомерный. Электронно-донорные и электронно-акцепторные заместители и их влияние на реакционную способность органических веществ.
8. Гомологический ряд алканов. Изомерия. Номенклатура. Первичный, вторичный и третичный атомы углерода. Углеводородные радикалы и их изомерия. Электронное строение алканов;  $sp^3$ -гибридное состояние атома углерода.
9. Получение алканов. Физические и химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирования, нитрования, сульфирования, окисление. Свободно радикальный механизм реакций замещения алканов. Применение.
10. Алкены. Гомологический ряд, общая формула, изомерия, номенклатура. Электронное строение двойной связи.  $sp^2$ -гибридизация атома углерода. Геометрия алкенов. Стереизомерия алкенов.
11. Способы получения: дегидрирование алканов, щелочной гидролиз галогенопроизводных, дегидратация спиртов. Физические свойства. Химические свойства: каталитическое гидрирование алкенов; реакции электрофильного присоединения (галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация), окисление, полимеризация. Правило Марковникова и его теоретическое объяснение. Применение.
12. Алкины. Гомологический ряд, общая формула, изомерия, номенклатура. Электронное строение тройной связи;  $sp$ -гибридизация атома углерода.
13. Получение ацетиленовых углеводородов. Физические свойства. Химические свойства алкинов. Каталитическое гидрирование. Механизм реакции электрофильного присоединения к тройной связи углерод-углерод. Реакции присоединения (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация). Реакции димеризации, тримеризации, полимеризации. Реакции окисления. Образование ацетиленидов щелочных и тяжелых металлов. Применение.
14. Алкадиены. Классификация диенов. Сопряженные диены: бутadiен, изопрен. Особенности строения сопряженных диенов. Изомерия и номенклатура.
15. Физические свойства. Способы получения. Химические свойства 1,3-диенов. Гидрирование. Механизм реакции электрофильного присоединения к сопряженным диенам. Реакции присоединения галогенов и галогеноводородов: 1,2- и 1,4-присоединение. Полимеризация. Природный и синтетический каучук. Диеновый синтез. Применение. Диены в природе.
16. Арены. Классификация аренов. Электронное строение бензола. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Гомологический ряд бензола, общая формула. Изомерия и номенклатура.

17. Получение аренов. Химические свойства аренов. Механизм реакции электрофильного ароматического замещения, образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -комплексов. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования, ацилирования. Реакции присоединения (гидрирование и галогенирование). Реакции замещения в боковой цепи. Реакции окисления.
18. Влияние заместителей на реакционную способность ароматического кольца и направление замещения. Правила ориентации. Заместители I и II рода.
19. Гидроксильные соединения. Классификация гидроксильных соединений. Номенклатура спиртов и фенолов. Спирты. Предельные одноатомных спиртов. Изомерия. Электронное строение гидроксильной группы. Физические свойства спиртов; водородные связи и их влияние на свойства спиртов.
20. Методы синтеза спиртов: гидратация алкенов, гидролиз алкилгалогенидов, восстановление альдегидов и кетонов, восстановление эфиров карбоновых кислот, гидролиз эфиров карбоновых кислот, синтез с помощью реактива Гриньяра, каталитическое окисление алканов. Специфические способы получения метанола и этанола. Химические свойства предельных одноатомных спиртов: реакции нуклеофильного замещения (образование алколятов, замещение гидроксильной группы на галоген, образование сложных эфиров с минеральными и карбоновыми кислотами).
21. Механизм нуклеофильного замещения SN1 и SN2. Реакции отщепления (внутри – и межмолекулярная дегидратация, дегидрирование). Реакции окисления. Качественные реакции на одноатомные и многоатомные спирты, проба Лукаса. Важнейшие представители спиртов.
22. Фенолы. Изомерия. Электронное строение молекулы фенола. Получение фенолов.
23. Химические свойства фенолов. Кислотность фенолов. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Влияние заместителей в ядре на кислотные свойства фенолов. Реакции гидроксильной группы фенолов: образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения в кольце: галогенирование, нитрование, сульфирование. Конденсация фенолов с альдегидами, фенолоальдегидные смолы. Гидрирование и окисление фенолов. Качественная реакция на фенолы
24. Важнейшие представители: фенол, резорцин, пирокатехин, гидрохинон и их применение.  
Биологическая роль фенолов. Тирозин как производное фенола, фенольные соединения в природе. Влияние фенола на организм человека.
25. Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура. Строение карбонильной группы. Получение альдегидов и кетонов.
26. Физические свойства. Химические свойства альдегидов и кетонов. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Присоединение воды, спиртов (образование полуацеталей и полукеталей), синильной кислоты, гидросульфита натрия, реактива Гриньяра, аммиака. Реакции альдегидов и кетонов за счет альфа-водородных атомов.
27. Основные представители, их применение и биологическая роль: муравьиный альдегид, уксусный альдегид, бензальдегид, ацетон, бензофенон, ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид). Бензохиноны и нафтохиноны. Биологически важные представители хинонов: витамин группы К, убихиноны.
28. Карбоновые кислоты и их производные. Классификация и номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона.
29. Химические свойства карбоновых кислот. Кислотные свойства. Влияние заместителей на константу кислотности. Образование функциональных производных. Механизм реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах.
30. Соли карбоновых кислот, хлорангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, их получение, химические свойства и применение. Сложные эфиры; этерификация, гидролиз. Реакции в радикале.
31. Липиды. Классификация липидов. Жиры (триглицериды), общая характеристика. Общая формула жиров. Физические свойства жиров и их зависимость от жирнокислотного состава.

32. Химические свойства жиров: гидрирование и гидролиз. Фосфолипиды и их строение; аминокислоты, входящие в состав фосфолипидов. Биологическая роль жиров и фосфолипидов.
33. Мыла: общая характеристика и получение. Синтетические моющие средства: общая характеристика и получение. Карбоновые кислоты и их производные: роль в природе и живых организмах.
34. Углеводы. Функции углеводов в живых организмах. Классификация. Моносахариды. Классификация моносахаридов. Стереохимия моносахаридов: стереоизомерия (оптическая изомерия), хиральные атомы углерода (центры) молекулы; D- и L-ряды, открытые и циклические формы (пиранозы, фуранозы); аномерный центр молекулы моносахарида, гликозидный (полуацетальный) гидроксил; альфа- и бета- изомеры (аномеры). Изображение моносахаридов с помощью проекционных формул и циклических формул Хеуорса. Кольчато-цепная таутомерия и мутаротация сахаров.
35. Химические свойства моносахаридов. Важнейшие представители моносахаридов и их производных.
36. Дисахариды. Строение, нахождение в природе. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза и их химические свойства.
37. Невосстанавливающие дисахариды: сахароза и ее химические свойства, инверсия оптической активности при гидролизе. Полисахариды, нахождение в природе. Классификация полисахаридов. Крахмал, гликоген, целлюлоза: представление об их строении и свойствах. Эфиры целлюлозы (нитроцеллюлоза, ацетилцеллюлоза).
38. Амины. Общая характеристика аминов. Классификация по числу углеводородных радикалов, связанных с атомом азота и по природе углеводородных радикалов. Номенклатура. Изомерия. Строение алифатических и анилина. Получение аминов.
39. Физические свойства, водородная связь и ее влияние на свойства аминов. Химические свойства: основные свойства и сравнительная характеристика основных свойств аминов разного строения; реакция алкилирования, ацилирования; взаимодействие с карбонильными соединениями с образованием оснований Шиффа; качественная реакция анилина с бромной водой; реакция нитрования анилина и ее особенности; взаимодействие с азотистой кислотой; горение.
40. Классификация аминокислот. Природные альфа-аминокислоты. Химические свойства аминокислот. Амфотерные свойства аминокислот, образование биполярного иона; изоэлектрическая точка. Образование комплексной соли с гидроксидом меди; реакция дезаминирования с азотистой кислотой. Качественная реакция с нингидрином.
41. Пептиды и белки. Пептидная связь. Представление о строении природных полипептидов и белков.
42. Гетероциклические соединения: общая характеристика. Гетероциклы с одним гетероатомом: пятичленные гетероциклы (фуран, пиррол и тиофен); шестичленные гетероциклы: пиридин.
43. Гетероциклы с несколькими гетероатомами: пиримидин и пуридин. Понятие о природных гетероциклических соединениях.
44. Нуклеиновые кислоты, нуклеозиды, нуклеотиды.

#### **8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя: для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) зачетом/зачетом с оценкой (дифференцированным зачетом), – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине;

для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) экзаменом, – текущую

аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и семестровую аттестацию (экзамен) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине. По дисциплинам, завершающимся зачетом/зачетом с оценкой, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 100 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля. По дисциплинам, завершающимся экзаменом, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 60 баллов. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля и количества баллов, набранных на семестровой аттестации (экзамене).

Система оценивания.

В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости обучающихся Волгоградского государственного университета предусмотрена возможность предоставления студентам выполнения дополнительных заданий повышенной сложности (не включаемых в перечень обязательных и, соответственно, в перечень обязательного текущего контроля успеваемости) и получения за выполнение таких заданий «премиальных» баллов, - для поощрения обучающихся, демонстрирующих выдающие способности.

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и государственную итоговую аттестацию выпускников.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К основным формам текущего контроля можно отнести:

Форма текущего контроля: Контрольная работа

контрольные работы применяются для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине или ее части. Контрольная работа, как правило, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа. Может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии.

Форма текущего контроля: Устный опрос, собеседование

устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Процедуры направлены на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Форма текущего контроля: Письменные задания или лабораторные работы

письменные задания являются формой оценки знаний и предполагают подготовка письменного ответа, решение специализированной задачи, выполнение теста. Являются формами контроля и средствами применения и реализации полученных обучающимися знаний, умений и навыков в ходе выполнения учебно-практической задачи, связанной с получением значимого результата с помощью реальных средств деятельности. Рекомендуются для проведения в рамках тем (разделов), наиболее значимых в формировании компетенций.

Тест является простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения

разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение, как отдельной дисциплины, так и ее раздела (разделов) /модуля (модулей). Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний, умений и навыков, в некоторых случаях – даже формирование определенных компетенций.

К формам промежуточного контроля можно отнести:

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

экзамен по дисциплине или ее части имеет цель оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач. Форма проведения, как правило, предусматривает ответы на вопросы экзаменационного билета, выполнение которых направлено на проверку сформированности компетенций по соответствующей учебной дисциплине.

Методика формирования результирующей оценки:

Третий семестр

1. Контрольная работа - от 13 до 20 баллов
2. Устный опрос, собеседование - от 14 до 20 баллов
3. Письменные задания или лабораторные работы - от 13 до 20 баллов
4. Экзамен - от 20 до 40 баллов

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### 9.1 Основная литература

1. Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т. А. Яркова, О. А. Соколова; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю. И. Блохина. – Москва: ИНФРА – М. 2024. – 252 с. – (высшее образование). Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=432224>
2. Москва, В. В. Органическая химия: базовые принципы: учебное пособие для вузов / В. В. Москва. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 143 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - режим доступа: <https://urait.ru/bcode/515194>
3. Фоминых, В. Л. Органическая химия и основы биохимии. Практикум: учебное пособие для вузов / В. Л. Фоминых, Е. В. Тарасенко, О. Н. Денисова. — Москва: Юрайт, 2022. — 145 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492777>
4. Дрюк, В. Г. Органическая химия: учебное пособие для вузов / В. Г. Дрюк, В. Г. Карцев, В. П. Хиля. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 502 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/516548>

### 9.2 Дополнительная литература:

1. Травень, В. Ф. Практикум по органической химии: учебное пособие / В. Ф. Травень, А. Е. Щекотихин. - 3-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 595 с. - (Учебник для высшей школы). - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1984056>
2. Органическая химия. Практикум: учебное пособие / И. В. Михайлова, Е. В. Иванова, Ю. В. Филиппова, И. В. Таренкова. — Оренбург: ОрГМУ, 2022. — 116 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/258044>
3. Иванов, В. Г. Сборник задач и упражнений по органической химии: учебное пособие / В. Г. Иванов, О. Н. Гева, Ю. Г. Гаверова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 319 с. — (Высшее образование). - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2091902>
4. Ступко, Т. В. Органическая химия: учебное пособие / Т. В. Ступко, Г. Ф. Зейберт, О. В.

Стутко. — Красноярск: КрасГАУ, 2019. — 237 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149600>  
5. Ненайденко В. Г. Курс лекций «Общий курс лекций по органической химии» <https://www.chem.msu.ru/rus/teaching/nen/?ysclid=lpv1ezh218526357556>

### 9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru/> - ELIBRARY.RU
2. <https://www.biblio-online.ru/> - ЭБС Юрайт
3. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань"
4. <https://www.chem.msu.ru/>

Портал фундаментального химического образования России. Наука. Образование. Технологии.

### 10. Методические указания по освоению дисциплины для лиц с ОВЗ и инвалидов

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального учебного плана (при необходимости), изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: - индивидуальные консультации преподавателя; - максимально полная презентация содержания дисциплины в ЭИОС (в частности, полнотекстовые лекции, презентации, аудиоматериалы, тексты для перевода и анализа и т.п.).

### 11. Перечень информационных технологий

В учебном процессе активно используются информационные технологии с применением современных средств телекоммуникации, электронные учебники. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. ЭИОС предоставляет открытый доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к электронным библиотечным системам и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин практик.

#### 11.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. 7-zip
2. Microsoft Windows (не ниже XP)
3. Microsoft Office (не ниже 2003)
4. Антивирус Kaspersky
5. Adobe Acrobat Reader
6. Специальное программное обеспечение указывается в методических материалах по ОПОП (при необходимости)

11.2 Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы, в т.ч. электронно-библиотечные системы (обновление выполняется еженедельно)

| Название                       | Краткое описание   | URL-ссылка  |
|--------------------------------|--|---|
| Научная электронная библиотека | Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, | <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> |



|   |  |   |
|---|--|---|
|   | медицины и образования.  |   |
| ЭБС "Лань"                                | Электронно-библиотечная система  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                     |
| ЭБС Znanium.com                           | Электронно-библиотечная система  | <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>                         |
| ЭБС BOOK.ru                               | Электронно-библиотечная система  | <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>                         |
| ЭБС Юрайт                                 | Электронно-библиотечная система  | <a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>       |
| Scopus                                    | Scopus – крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. В базе содержится 23700 изданий от 5000 международных издателей, в области естественных, общественных и гуманитарных наук, техники, медицины и искусства. | <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>                     |
| Web of Science                            | Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. С платформой Web of Science вы можете получить доступ к непревзойденному объему исследовательской литературы мирового класса, связанной с тщательно отобранным списком журналов, и открыть для себя новую информацию при помощи скрупулезно записанных метаданных и ссылок.                  | <a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a> |
| КонсультантПлюс                           | Информационно-справочная система   | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>               |
| Гарант                                    | Информационно-справочная система по законодательству Российской Федерации  | <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>                       |
| Научная библиотека ВолГУ им О.В. Иншакова |  | <a href="http://library.volsu.ru/">http://library.volsu.ru/</a>                 |

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа представляют собой специальные помещения, в состав которых входят специализированная

мебель и технические средства обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ВолГУ.