

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А. А. Панфилов

« 01 » 04 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки — 44.03.05 Педагогическое образование.

Профиль/программа подготовки — Биология. География.

Уровень высшего образования — бакалавриат.

Форма обучения — очная.

| Семестр | Трудоёмкость<br>зач. ед. / час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной<br>аттестации (экзамен /<br>зачёт / зачёт с оценкой) |
|---------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 5       | 6 / 216                         | 36              |                              | 54                          | 90           | экзамен (36 ч)                                                           |
| Итого   | 6 / 216                         | 36              |                              | 54                          | 90           | экзамен (36 ч)                                                           |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** — приобретение студентами устойчивых знаний по следующим ключевым вопросам:

- 1) предмет и объекты биоорганической химии, место биоорганической химии в ряду других естественнонаучных дисциплин и значение её в жизни современного общества;
- 2) структурная теория, характеристика химической связи и взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений;
- 3) механизмы, закономерности и условия протекания важнейших реакций органических соединений, реакционная способность основных классов органических соединений в зависимости от их строения;
- 4) лабораторные и промышленные способы получения и области применения основных классов органических соединений;
- 5) роль органических веществ в промышленности, быту, медицине и других направлениях жизнедеятельности человека;
- 6) положения охраны труда при работе с органическими веществами в лаборатории.

**Задачи курса** — приобретение студентами навыков и умений по следующим ключевым разделам:

- 1) владение правилами рациональной и систематической (IUPAC) номенклатуры органических соединений;
- 2) предсказание химических и физических свойств представителей различных классов органических соединений;
- 3) самостоятельный поиск научной информации в области биоорганической химии;
- 4) применение знаний о физических и химических свойствах веществ с целью безопасной постановки химического эксперимента;
- 5) осуществление в лаборатории синтеза, выделения и идентификации несложных органических соединений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биоорганическая химия» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: «Химия» («Общая химия»).

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП:

| Код формируемых компетенций                                                               | Уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                         | 2                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ПК-2<br>(способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики) | частичное освоение           | <i>Знать:</i> современные образовательные технологии, конкретные методики обучения учебному предмету «Биология».<br><i>Уметь:</i> осуществлять анализ учебного материала при реализации учебных программ, определять структуру и содержание учебных занятий при реализации учебных программ.<br><i>Владеть:</i> категориально-понятийным аппаратом современной теории и методики обучения биологии, способами и технологиями диагностирования достижений обучающихся. |

| 1                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4<br>(способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов) | частичное освоение | <i>Знать:</i> основные методы использования образовательной среды для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения и обеспечения качества учебного процесса средствами биологии.<br><i>Уметь:</i> формировать образовательную среду школы в целях достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами биологии; использовать образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании биологии.<br><i>Владеть:</i> содержательной интерпретацией и адаптацией теоретических знаний по биологии для решения образовательных задач; конструктивными умениями как одним из главных аспектов профессиональной культуры будущего учителя биологии; материалом учебной дисциплины на уровне, позволяющем формулировать и решать задачи, возникающие в ходе учебной деятельности по биологии. |

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов.

| № п/п                       | Наименование тем и / или разделов дисциплины         | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) |                      |                     |           | Объём учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                             |                                                      |         |                 | Лекции                                                                                 | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС       |                                                                         |                                                                                     |                |
| <b>1</b>                    | <b>Теоретические основы органической химии</b>       | 5       | 1—2             | 4                                                                                      |                      | 6                   | 4         | 2 / 20 %                                                                |                                                                                     |                |
| <b>2</b>                    | <b>Углеводороды</b>                                  |         |                 |                                                                                        |                      |                     |           |                                                                         |                                                                                     |                |
| 2.1                         | Алифатические углеводороды                           | 5       | 3—5             | 6                                                                                      |                      | 6                   | 10        | 2 / 17 %                                                                |                                                                                     |                |
| 2.2                         | Алициклические углеводороды                          | 5       | 6               |                                                                                        |                      |                     | 6         |                                                                         |                                                                                     |                |
| 2.3                         | Ароматические углеводороды                           | 5       | 6               | 2                                                                                      |                      | 6                   | 8         | 2 / 25 %                                                                | Рейтинг-контроль 1                                                                  |                |
| <b>3</b>                    | <b>Производные углеводов с однородными функциями</b> |         |                 |                                                                                        |                      |                     |           |                                                                         |                                                                                     |                |
| 3.1                         | Галогенопроизводные углеводов                        | 5       | 7               | 2                                                                                      |                      | 2                   | 8         |                                                                         |                                                                                     |                |
| 3.2                         | Гидроксильные соединения и их производные            | 5       | 8               | 2                                                                                      |                      | 4                   | 8         | 2 / 33 %                                                                |                                                                                     |                |
| 3.3                         | Карбонильные соединения                              | 5       | 9—10            | 4                                                                                      |                      | 6                   | 6         | 2 / 20 %                                                                |                                                                                     |                |
| 3.4                         | Карбоновые кислоты и их производные                  | 5       | 11              | 2                                                                                      |                      | 4                   | 8         | 2 / 33 %                                                                |                                                                                     |                |
| 3.5                         | Липиды                                               | 5       | 12              | 2                                                                                      |                      | 2                   | 4         |                                                                         | Рейтинг-контроль 2                                                                  |                |
| 3.6                         | Амины                                                | 5       | 13              | 2                                                                                      |                      | 4                   | 4         | 2 / 33 %                                                                |                                                                                     |                |
| <b>4</b>                    | <b>Гетерофункциональные производные углеводов</b>    |         |                 |                                                                                        |                      |                     |           |                                                                         |                                                                                     |                |
| 4.1                         | Гидроксикислоты и оксокислоты                        | 5       | 14              | 2                                                                                      |                      | 2                   | 8         | 2 / 50 %                                                                |                                                                                     |                |
| 4.2                         | Углеводы                                             | 5       | 15—16           | 4                                                                                      |                      | 6                   | 4         | 2 / 20 %                                                                |                                                                                     |                |
| 4.3                         | Аминокислоты и белки                                 | 5       | 17              | 2                                                                                      |                      | 6                   | 4         | 2 / 25 %                                                                |                                                                                     |                |
| <b>5</b>                    | <b>Гетероциклические соединения</b>                  | 5       | 18              | 2                                                                                      |                      |                     | 8         |                                                                         | Рейтинг-контроль 3                                                                  |                |
| <b>Всего за 5-й семестр</b> |                                                      |         |                 |                                                                                        |                      | <b>36</b>           | <b>54</b> | <b>90</b>                                                               | <b>20 / 22 %</b>                                                                    | <b>экзамен</b> |
| Наличие в дисциплине КП/КР  |                                                      |         |                 |                                                                                        |                      |                     |           |                                                                         |                                                                                     |                |
| <b>Итого по дисциплине</b>  |                                                      |         |                 |                                                                                        |                      | <b>36</b>           | <b>54</b> | <b>90</b>                                                               | <b>20 / 22 %</b>                                                                    | <b>экзамен</b> |

### Раздел 1. Теоретические основы органической химии

Предмет органической химии и её практическое значение. Основные этапы развития органической химии как науки.

Первоначальные представления о природе органических соединений. Теория химического строения А. М. Бутлерова и её роль в развитии научного и прикладного направлений органической химии. Современное состояние теории химического строения: электронная теория химической связи, теория направленных валентностей, теория электронных смещений в органических соединениях в статическом и динамическом состоянии (индуктивный и мезомерный эффекты), структурная и пространственная изомерия.

Классификация органических реакций и органических веществ. Номенклатура органических соединений: тривиальная, рациональная, систематическая (IUPAC).

### Раздел 2. Углеводороды

#### Тема 1. Алифатические углеводороды

**Алканы.** Гомологический ряд. Структурная изомерия. Первичный, вторичный и третичный атомы углерода. Конформации. Рациональная и систематическая номенклатура. Алкильные радикалы.

Промышленные способы получения и выделения: фракционная перегонка нефти, гидрирование угля, каталитическое гидрирование оксида углерода (II). Лабораторные способы получения: без изменения количества атомов углерода в цепи (гидрирование непредельных углеводородов, восстановление металлоорганических соединений, галогеноалканов и карбонильных соединений), с увеличением углеродного скелета (реакция Вюрца, синтез Кольбе) и с уменьшением углеродного скелета (синтез Дюма).

Строение. Тетраэдрическая ( $sp^3$ ) гибридизация атома углерода, валентные углы, характеристики C–C и C–H связей.

Общая характеристика физических и химических свойств. Реакции радикального замещения ( $S_R$ ): галогенирование, нитрование, сульфирование, сульфоокисление, сульфохлорирование. Механизм реакций  $S_R$ , ряд устойчивости свободных радикалов. Расщепление: пиролиз, крекинг. Окисление. Изомеризация *n*-алканов в изоалканы. Применение алканов.

**Алкены.** Гомологический ряд, структурная и пространственная (*цис-транс*) изомерия, номенклатура.

Способы получения: пиролиз и крекинг алканов, восстановление алкинов, реакции элиминирования (дегидратация спиртов, дегидрогалогенирование галогеноалканов, дегалогенирование *виц*-дигалогеноалканов).

Строение. Тригональная ( $sp^2$ ) гибридизация атома углерода, характеристики двойной C–C связи.

Общая характеристика физических и химических свойств. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ): гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гипогалогенирование, гидратация (кислотная, каталитическая, гидроборирование — окисление). Механизм реакций  $A_E$ , ряд устойчивости карбокатионов, правило Марковникова. Реакции радикального присоединения ( $A_R$ ), перекисный эффект Караша и Майо. Мягкое и глубокое окисление, озонлиз. Радикальное аллильное замещение (реакция Львова), строение и относительная устойчивость радикалов аллильного типа. Реакции полимеризации. Применение алкенов.

**Алкадиены.** Изомерия и номенклатура. Три типа алкадиенов: с изолированными, кумулированными и сопряженными двойными связями. Общие способы получения: реакции элиминирования, действие натрия на галогеноалканы. Получение дивинила дегидрированием бутана, димеризацией ацетиленом, из этилового спирта (реакция Лебедева). Получение изопрена дегидрированием изопентана, конденсацией ацетиленом с ацетоном (реакция Фаворского).

Строение и свойства алкадиенов с сопряженными двойными связями. Характеристики сопряженных связей. Особенности реакций электрофильного и радикального присоединения

(1,2- и 1,4-присоединение). Мезомерный карбокатион, его строение и относительная устойчивость. Реакции диенового синтеза (Дильса — Альдера). Полимеризация сопряжённых диенов.

**Алкины.** Гомологический ряд, изомерия и номенклатура.

Промышленные способы получения ацетилена: гидролиз карбида кальция, пиролиз метана и его гомологов, каталитическое гидрирование оксида углерода (II). Лабораторные способы получения алкинов: дегидрогалогенирование *виц*- и *гем*-дигалогеноалканов, дегалогенирование тетрагалогеноалканов.

Строение. Диагональная (*sp*) гибридизация атома углерода, характеристики тройной С–С связи.

Общая характеристика физических и химических свойств. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ): гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ): гидратация (реакция Кучерова), правило Эльтекова и его объяснение с электронных позиций; винилирование. Кислотные свойства алкинов с концевой тройной связью: получение ацетиленидов натрия, тяжёлых металлов, реактива Июича. Реакции окисления. Применение алкинов.

### **Тема 3. Ароматические углеводороды**

Развитие представлений о строении бензола. Формула Кекуле. Критерии ароматичности: химический, энергетический и квантово-механический.

Гомологический ряд бензола, изомерия и номенклатура.

Промышленные способы получения бензола и его гомологов: коксование каменного угля, ароматизация алканов нефти. Лабораторные способы получения: реакции Вюрца-Фиттига, Фриделя-Крафтса, декарбокислирование ароматических кислот.

Общая характеристика физических и химических свойств. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ): галогенирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу, нитрование, сульфирование, сульфохлорирование. Механизм реакций  $S_E$ . Влияние заместителей на направление и скорость реакций  $S_E$ : статический, динамический и стерический факторы. Ориентация в дизамещённых бензолах: согласованная и несогласованная. Реакции бензола с нарушением ароматической системы: окисление и присоединение. Реакции боковых цепей в алкилбензолах: радикальное замещение и окисление; строение и относительная устойчивость радикалов бензильного типа. Применение бензола и его гомологов.

## **Раздел 3. Производные углеводородов с однородными функциями**

### **Тема 1. Галогенопроизводные углеводородов**

Классификация, номенклатура, изомерия моногалогенопроизводных алканов. Способы получения: из алканов (галогенирование), из алкенов (гидрогалогенирование), из спиртов (действием галогеноводородных кислот, галогенозамещённых фосфора и серы).

Строение. Характеристика связей С–Hal.

Общая характеристика физических и химических свойств. Реакции нуклеофильного замещения: взаимодействие с водными растворами щелочей, спиртами, аминами, солями синильной кислоты и др. Механизмы  $S_N2$  и  $S_N1$ . Факторы, влияющие на механизм и скорость нуклеофильного замещения: структура субстрата, нуклеофильная активность входящей группы, природа растворителя, природа уходящей группы. Реакции  $\beta$ -элиминирования. Механизмы  $E2$  и  $E1$ . Правило Зайцева. Конкуренция реакций элиминирования и нуклеофильного замещения. Взаимодействие галогеноалканов с металлами: натрием, цинком, магнием. Получение реактива Гриньяра, его использование для синтезов. Восстановление галогеноалканов.

### **Тема 2. Гидроксильные соединения и их производные**

**Предельные одноатомные спирты.** Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные спирты.

Способы получения: гидратация алкенов, гидролиз галогеноалканов, восстановление карбонильных соединений, синтез с помощью реактива Гриньяра. Промышленные способы

получения метанола (гидрирование оксида углерода) и этанола (брожение углеводов, гидратация ацетилена).

Строение. Характеристика связей С–О и О–Н. Водородные связи в спиртах, их влияние на физические свойства.

Химические свойства. Кислотно-основные свойства: образование алкоголятов и оксониевых солей. Нуклеофильность и основность спиртов и алкоголят-ионов, их реакции с галогеноалканами (синтез Вильямсона). Реакции нуклеофильного замещения с галогеноводородными кислотами, галогенидами фосфора, тионилхлоридом. Особенности  $S_N2$  и  $S_N1$  реакций спиртов. Реакции замещения ОН-группы на остатки минеральных кислот. Внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация, перегруппировки карбокатионов. Реакции окисления. Применение спиртов.

**Многоатомные спирты.** Классификация, номенклатура, изомерия. Синтез этиленгликоля и глицерина из газов крекинга нефти (этилена и пропилена), получение глицерина гидролизом жиров.

Химические свойства диолов и триолов: кислотно-основные свойства, образование простых и сложных эфиров, галогенгидринов, внутримолекулярная дегидратация, окисление. Применение этиленгликоля и глицерина в промышленности.

**Фенолы.** Номенклатура. Выделение фенолов и крезолов из каменноугольной смолы, получение фенола из изопропилбензола (кумольный способ), щелочным плавлением солей ароматических сульфокислот и гидролизом алкилгалогенидов.

Электронное строение фенола. Взаимное влияние бензольного кольца и гидроксильной группы. Химические свойства. Реакции гидроксильной группы: кислотные свойства, *O*-алкилирование, *O*-ацилирование, нуклеофильное замещение. Реакции электрофильного замещения в ядре фенола: галогенирование, сульфирование, нитрование, *C*-алкилирование, *C*-ацилирование, нитрозирование, карбоксилирование, гидроксиметилирование. Понятие о фенолформальдегидных смолах. Окисление и восстановление фенолов. Применение фенолов.

### Тема 3. Карбонильные соединения

Гомологические ряды предельных альдегидов и кетонов, изомерия, номенклатура.

Промышленные способы получения: окисление и дегидрирование спиртов, гидратация алкинов, гидроформилирование алкенов. Лабораторные способы получения: пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот, гидролиз *gem*-дигалогеноалканов, озонлиз алкенов, восстановление хлорангидридов.

Электронное строение карбонильной группы, её влияние на углеводородный радикал. Сходство и различие связей С=О и С=C.

Общая характеристика физических и химических свойств. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ): механизм  $A_N$ , примеры реакций (присоединение спиртов, воды, синильной кислоты, гидросульфита натрия, аммиака и его производных, реактива Гриньяра). Альдольная и кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции: восстановление альдегидов и кетонов в спирты, окисление до карбоновых кислот (правило Попова), диспропорционирование (реакции Канниццаро и Тищенко). Замещение  $\alpha$ -водородных атомов на галоген. Полимеризация альдегидов. Применение.

### Тема 4. Карбоновые кислоты и их производные

Гомологический ряд предельных одноосновных карбоновых кислот, изомерия, номенклатура.

Промышленные способы получения: окисление алканов, оксосинтез. Лабораторные способы получения: окисление первичных спиртов, альдегидов и кетонов, синтез Гриньяра, гидролиз функциональных производных.

Электронное строение карбоксильной группы. Взаимное влияние гидроксильной и карбоксильной групп.

Общая характеристика физических и химических свойств. Кислотные свойства: реакции со щелочами, карбонатами, гидрокарбонатами, металлами. Реакции нуклеофильного замещения — образование функциональных производных. Сравнение реакционной способности производных карбоновых кислот в реакциях нуклеофильного замещения. Галогенангид-

риды и ангидриды как ацилирующие средства. Сложные эфиры карбоновых кислот: механизм этерификации, гидролиз сложных эфиров, реакции переэтерификации и аммонолиза.  $\alpha$ -галогенирование кислот (реакция Геля — Фольгарда — Зелинского). Особые свойства муравьиной кислоты. Применение предельных одноосновных кислот и их производных. Мыла и моющие средства.

### **Тема 5. Липиды**

Определение. Образование и структура триглицеридов. Высшие предельные и непредельные карбоновые кислоты, входящие в состав жиров.  $\omega$ -9,  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 непредельные высшие жирные кислоты. Простые и сложные жиры. Физические свойства.

Химические свойства: гидролиз, переэтерификация, реакции присоединения (галогенирование, гидрирование), окисление (прогоркание, высыхание). Применение жиров.

Биологическая роль липидов. Пищевая ценность жиров.

### **Тема 6. Амины**

Классификация, изомерия, номенклатура аминов.

Получение аминов восстановлением нитросоединений, нитрилов, амидов, расщеплением амидов по Гофману, восстановительным алкилированием аммиака и аминов, декарбонированием аминокислот.

Строение аминов:  $sp^3$ -состояние азота, характеристика связей C–N и N–H.

Общая характеристика физических и химических свойств. Сравнение аммиака, алифатических и ароматических аминов по кислотно-основным и нуклеофильным свойствам (реакции алкилирования по Гофману и ацилирования, взаимодействие с карбонильными соединениями). Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины. Реакции электрофильного замещения в ядре ароматических аминов: галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу (защита аминогруппы). Качественные реакции на амины. Применение.

## **Раздел 4. Гетерофункциональные производные**

### **Тема 1. Гидроксикислоты и оксокислоты**

Номенклатура оксикислот. Способы получения: из альдегидов и кетонов через оксинитрилы, щелочным гидролизом галогенозамещённых кислот, гидратацией непредельных кислот, при помощи цинкорганических соединений (реакция Реформатского). Химические свойства оксикислот как бифункциональных производных. Влияние гидроксильной группы в  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -положениях на кислотные свойства. Особые реакции оксикислот: отношение к нагреванию  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -оксикислот.

Оптическая изомерия оксикислот. Стереохимическая гипотеза Вант-Гоффа и Ле-Беля. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода (глицериновый альдегид, молочная кислота), знак вращения и конфигурация. Энантиомеры, рацематы. Проекционные формулы Фишера, D, L-ряды. Оптическая изомерия хлоряблочной и винной кислот: число оптических антиподов, рацематов, мезоформ; диастереомеры.

Номенклатура оксокислот. Особые свойства ацетоуксусной кислоты: декарбонирование при нагревании и подвижность  $\alpha$ -водородного атома. Получение ацетоуксусного эфира сложноэфирной конденсацией.

Таутомерия. Ацетоуксусный эфир — смесь таутомеров. Реакции кетонной и енольной форм. C- и O-алкилирование ацетоуксусного эфира. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира. Кетонное и кислотное расщепление его C-алкильных замещённых. Использование ацетоуксусного эфира для синтеза кетонов и карбоновых кислот, одноосновных и двухосновных.

### **Тема 2. Углеводы**

Определение, классификация, номенклатура.

**Моносахариды.** Стереои́зомерия открытых форм. Структура альдоз и кетоз, относительная конфигурация: D и L-ряды, связь с конфигурацией глицеринового альдегида и дигидроксиацетона. Энантиомеры, диастереомеры, эпимеры.

Циклические формы. Образование фуранозных и пиранозных циклов. Гликозидный гидроксил,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Формулы Хеурса. Цикло-оксо-таутомерия. Схемы таутомерных превращений D-глюкозы и D-фруктозы. Явление мутаротации.

Реакции цепных форм. Оксинитрильный синтез, взаимодействие с гидроксиламином и фенилгидразином. Восстановление альдоз и кетоз в многоатомные спирты. Окисление: в щелочной среде — реакция серебряного зеркала, взаимодействие с реактивом Фелинга; в нейтральной и кислой среде — получение альдоновых и аровых кислот. Избирательное окисление пероксидом водорода (укорочение цепи моноз). Реакции циклических форм: алкилирование и ацилирование. Биологическое значение сложных эфиров фосфорной кислоты. Понятие о брожении (спиртовом, молочнокислом, маслянокислом, метановом).

**Дисахариды.** Два типа связывания моносахаридных остатков. Строение восстанавливающих (мальтоза, целлобиоза, лактоза) и невосстанавливающих (сахароза) дисахаридов. Сравнение химических свойств двух типов биоз. Реакции восстанавливающих дисахаридов по карбонильной группе.

**Полисахариды.** Крахмал. Строение амилозы и амилопектина. Гидролиз крахмала. Образование комплексов амилозы с йодом. Гликоген. Целлюлоза. Строение и химические свойства целлюлозы: гидролиз, получение и применение сложных эфиров (нитратов, ацетатов и ксантогенатов). Хитин, инулин.

Распространение в природе и биологическая роль углеводов. Пищевая ценность углеводов.

### **Тема 3. Аминокислоты и белки**

Изомерия, номенклатура. Оптическая изомерия  $\alpha$ -аминокислот. Получение аминокислот: аминирование  $\alpha$ -галогенокислот, синтез из альдегидов и кетонов (синтез Штреккера — Зелинского), гидролиз белка, микробиологический синтез.

Химические свойства аминокислот. Амфотерность и образование биполярных ионов. Соли (с кислотами и основаниями). Комплексные соли с ионами меди (II). Реакции по карбоксильной группе: образование сложных эфиров, галогенангидридов, амидов. Декарбокслирование  $\alpha$ -аминокислот. Реакции по аминогруппе: ацилирование, алкирование, взаимодействие с азотистой кислотой. Дезаминирование  $\alpha$ -аминокислот. Отношение к нагреванию  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -аминокислот. Полиамидные полимеры: капрон, энант.

Белки. Четыре уровня структурной организации белков.

Биологическое значение  $\alpha$ -аминокислот. Пищевая ценность аминокислот.

### **Раздел 5. Гетероциклические соединения**

Классификация и номенклатура. Ароматичность гетероциклических соединений.

**Пятичленные гетероциклы.** Электронное строение пиррола, фурана, тиофена. Кислотно-основные свойства. Ацидофобность пиррола и фурана. Ароматические свойства гетероциклов. Сравнение реакционной способности в реакциях  $S_E2$  пиррола, фурана, тиофена и бензола. Реакции присоединения: гидрирование, диеновый синтез. Взаимопревращения гетероциклов (цикл Юрьева). Природные соединения, содержащие ядро пиррола. Индол.

**Шестичленные гетероциклы.** Электронное строение пиридина. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения в ядре пиридина. Основные свойства, реакции гидрирования и окисления пиридина. Биологически активные соединения, содержащие кольца пиридина и пиперидина.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Раздел 1. Теоретические основы органической химии**

Положения охраны труда при работе в лаборатории органической химии. Правила обращения с отдельными веществами. Меры безопасности при тушении локального пожара и горящей одежды. Оказание первой помощи при ожогах и отравлениях химическими веществами.



Качественный элементный анализ органических соединений. Обнаружение углерода, водорода, азота, серы и галогена.

## **Раздел 2. Углеводороды**

### **Тема 1. Алифатические углеводороды**

Получение и горение метана. Отношение метана к водному раствору перманганата калия и бромной воде. Получение и горение этилена. Реакция этилена с бромной водой. Взаимодействие этилена с водным раствором перманганата калия. Окисление этилена в кислой среде. Получение ацетилен его горение. Взаимодействие ацетилен с бромной водой. Реакция окисления ацетилен перманганатом калия. Получение ацетиленидов меди и серебра.

### **Тема 3. Ароматические углеводороды**

Отношение ароматических углеводородов к окислителям. Бромирование бензола. Бромирование толуола. Нитрование бензола. Сульфирование бензола и толуола.

## **Раздел 3. Производные углеводородов с однородными функциями**

### **Тема 1. Галогенопроизводные углеводородов**

Получение бромэтана. Определение хлора действием металлического натрия на спиртовой раствор органического вещества (метод Степанова). Щелочной гидролиз хлороформа.

### **Тема 2. Гидроксильные соединения и их производные**

Растворимость спиртов в воде, их отношение к индикаторам и горение. Образование и свойства этилата натрия. Реакции окисления этилового спирта. Получение глицерата и гликолята меди. Образование и разложение фенолятов. Взаимодействие фенола с бромной водой. Окисление фенола. Реакция фенола с азотистой кислотой. Реакция фенола с хлоридом железа (III). Цветные реакции фенолов.

### **Тема 3. Карбонильные соединения**

Получение уксусного альдегида. Реакции альдегидов с фуксинсернистой кислотой. Альдольная и кротоновая конденсация уксусного альдегида. Реакции окисления формальдегида. Реакция ацетона с гидросульфитом натрия. Получение оксима ацетона.

### **Тема 4. Карбоновые кислоты и их производные**

Растворимость предельных карбоновых кислот в различных растворителях. Сравнение силы карбоновых и минеральных кислот. Реакции окисления муравьиной кислоты. Свойства уксусной кислоты и её солей. Получение высших жирных кислот и их свойства. Получение сложных эфиров предельных кислот (этилацетата и изоамилацетата).

### **Тема 5. Липиды**

Растворимость жиров в органических растворителях. Определение непредельности растительного масла реакцией с бромной водой. Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия. Омыление жира.

### **Тема 6. Амины**

Образование солей метиламина. Взаимодействие метиламина с азотистой кислотой. Основные свойства анилина. Взаимодействие анилина с бромной водой. Ацилирование анилина. Окисление анилина.

## **Раздел 4. Гетерофункциональные производные**

### **Тема 1. Гидроксикислоты и оксокислоты**

Свойства молочной кислоты. Получение солей винной и лимонной кислот. Получение пировиноградной кислоты окислением молочной кислоты. Свойства ацетоуксусного эфира.

## Тема 2. Углеводы

Реакции моносахаридов по карбонильной группе. Реакции на гидроксильные группы моносахаридов. Цветные реакции моносахаридов. Реакции на гидроксильные группы дисахаридов. Реакции дисахаридов по карбонильной группе. Сравнение свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Инверсия сахарозы. Кислотный гидролиз крахмала и клетчатки.

## Тема 3. Аминокислоты

Отношение аминокислот к индикаторам. Образование медной соли аминокислоты. Взаимодействие аминокислот с азотистой кислотой. Цветные реакции аминокислот.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Активные и интерактивные методы обучения: интерактивная лекция (темы № 2.3, 3.4), групповая дискуссия (тема № 3.2), тренинг (тема № 1), анализ ситуаций (тема № 3.3), применение имитационных моделей (темы № 2.1, 4.1, 4.2, 4.3), разбор конкретных ситуаций (тема № 3.6).

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

### Задания к рейтинг-контролю (примерные варианты контрольных работ)

#### Рейтинг-контроль 1

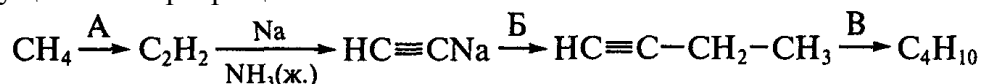
1. Составьте структурные формулы и назовите по рациональной номенклатуре следующие соединения:

а) 3-метилгексан, б) гептин-3, в) 2,2,4-триметилпентан, г) 2,2,3,4,4-пентаметилпентан.

2. Какие спирты могут быть использованы для получения следующих алкенов:

а) *симм*-диметилэтилена, б) *несимм*-метилизопропилэтилена, в) 2,3-диметилпентена-1, г) 2-метилгексена-3?

3. Осуществите превращения:



4. Получите любым способом 2,2,3-триметилпентан и напишите для него уравнения реакций:

а) с хлором, б) с азотной кислотой (по Коновалову).

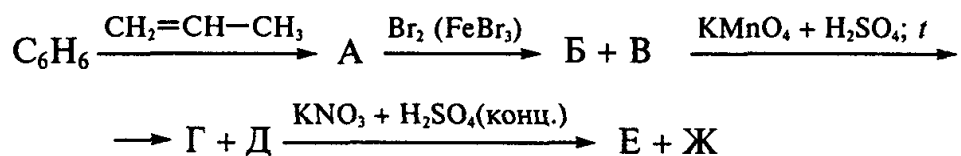
#### Рейтинг-контроль 2

1. Составьте структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре следующие соединения:

а) диизопропилкарбинол, б) изомаляный альдегид, в) изоамиловый спирт, г) метилэтилуксусная кислота.

2. Напишите уравнения реакций синтеза диизопропилкетона озонированием соответствующего алкена, щелочным гидролизом дигалогеналкана и окислением соответствующего спирта.

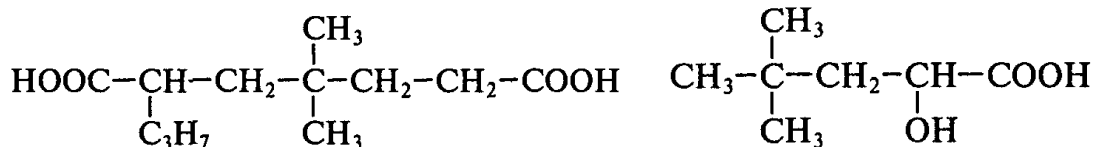
3. Осуществите превращения:



4. Из этанола получите изопропиловый спирт.

### Рейтинг-контроль 3

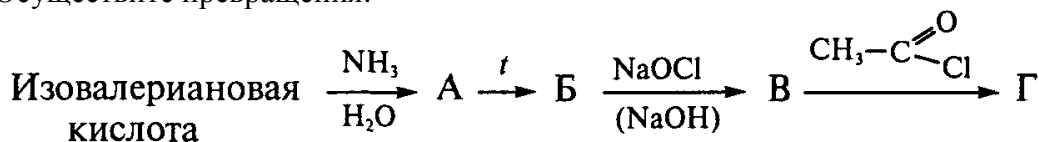
1. Назовите соединения по систематической номенклатуре. Отметьте асимметрические атомы в молекуле оксикислоты.



2. Используйте ацетон для получения изопропиламина. Напишите для изопропиламина уравнения реакций:

а) с хлористым ацетилом, б) с азотистой кислотой.

3. Осуществите превращения:



4. Из изобутилового спирта получите валин.

### Задания для самостоятельной работы студентов

| № п/п | Тема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Форма контроля                                                  | Всего часов |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3                                                               | 4           |
| 1     | <b>Теоретические основы органической химии</b><br>Теория кислот и оснований. Кислоты и основания по Брэнстеду. Кислоты и основания Льюиса. Жесткие и мягкие кислоты и основания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | собеседование, решение задач                                    | 4           |
| 2     | <b>Углеводороды</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                 |             |
| 2.1   | <i>Алифатические углеводороды.</i> Природные источники углеводородов: нефть, природный газ. Алканы как сырье для химической промышленности и топливо. Октановое число.<br>Реакции полимеризации виниловых соединений. Механизмы радикальной, катионной, анионной, координационной полимеризации. Применение полимеров.<br>Реакции полимеризации диеновых соединений. Натуральный каучук, его добыча, доказательство строения, пространственное строение натурального каучука и гуттаперчи. Синтетические каучуки: полибутадиеновый (работы С. В. Лебедева), полихлоропрен, бутадиенстирольный. Димеризация, циклолигомеризация и полимеризация ацетилена. Ацетилен как сырье в промышленности органического синтеза. | собеседование, подготовка докладов и презентаций                | 10          |
| 2.2   | <i>Алициклические углеводороды.</i> Классификация, изомерия, номенклатура. Теория Байера. Электронное строение циклопропана, особый вид σ-связи (банановая связь). Конформации циклобутана, циклопентана и циклогексана. Получение дегидроциклизацией алканов, гидрированием ароматических соединений, дегалогенированием <i>вици</i> -дигалогеналканов. Химические свойства: реакции присоединения циклопропана, отношение циклоалканов к действию галогенов, водорода, окислителей, реакции дегидрирования. Применение циклоалканов. Понятие о терпенах.                                                                                                                                                           | собеседование, решение задач                                    | 6           |
| 2.3   | <i>Ароматические углеводороды.</i> Ароматические углеводороды с конденсированными бензольными кольцами. Нафталин, антрацен и фенантрен: промышленные и лабораторные способы получения, строение, ароматичность. Химические свойства: реакции электрофильного замещения, реакции с нарушением ароматической системы (окисление и присоединение).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | собеседование, решение задач, подготовка докладов и презентаций | 8           |

| 1        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                                | 4 |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---|
|          | Правила ориентации в замещённых нафталинах. Антрахиноновые красители (ализарин, кармин).<br>Ароматические углеводороды с неконденсированными бензольными кольцами. Дифенил, фенилметаны: способы получения и химические свойства. Реакции центрального атома углерода фенилметанов. Устойчивость тритил-радикала, трифенилметанид-иона и тритил-катиона. Красители трифенилметанового ряда (малахитовый зелёный, бриллиантовый зелёный, фуксин, фенолфталеин).                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                  |   |
| <b>3</b> | <b>Производные углеводов с однородными функциями</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |   |
| 3.1      | <i>Галогенопроизводные углеводов.</i> Ди- и полигалогенопроизводные алканов. Классификация, номенклатура. Получение и химические свойства <i>виц</i> -, <i>гем</i> -дигалогенопроизводных, галоформов, фреонов.<br>Способы получения и химические свойства непредельных и ароматических галогенопроизводных. Реакции отщепления-присоединения и присоединения-отщепления арилгалогенидов. Фторалкены, фторопласт (тефлон).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | собеседование, решение задач                     | 8 |
| 3.2      | <i>Гидроксильные соединения и их производные.</i> Простые эфиры. Номенклатура, изомерия. Способы получения простых эфиров: дегидратация и алкилирование спиртов, присоединение спиртов и фенолов к алкенам и алкинам. Основные свойства, кислотное расщепление и радикальные реакции простых эфиров. Оксираны. Получение и реакции этиленоксида.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | собеседование, решение задач                     | 8 |
| 3.3      | <i>Карбонильные соединения.</i> Непредельные альдегиды и кетоны. Промышленные способы получения акролеина: конденсация формальдегида с уксусным альдегидом, каталитическое окисление пропилена. Реакции присоединения $\alpha$ , $\beta$ -непредельных карбонильных соединений. Кетен: получение и использование в органическом синтезе.<br>Ароматические альдегиды и кетоны. Промышленные способы получения бензальдегида и толуола и бензола. Реакции конденсации Кляйзена-Шмидта, Перкина, бензоиновая. Окислительно-восстановительные реакции. Взаимодействие с гидросиламином, изомерия оксимов и бекмановская перегруппировка.                                                                                                          | собеседование, решение задач                     | 6 |
| 3.4      | <i>Карбоновые кислоты и их производные.</i> Предельные двухосновные карбоновые кислоты. Гомологический ряд, номенклатура, способы получения. Особые свойства дикарбоновых кислот: отношение к нагреванию щавелевой, малоновой, янтарной и глутаровой кислот. Свойства $\alpha$ -водородного атома малоновой кислоты. Малоновый эфир, его использование для синтеза моно- и дикарбоновых кислот.<br>Ароматические карбоновые кислоты. Получение бензойной, фталевой и салициловой кислот. Глифталевые смолы. Лавсан.<br>Непредельные одноосновные карбоновые кислоты. Номенклатура, изомерия способы получения. Реакции присоединения к $\alpha$ , $\beta$ -непредельным кислотам. Непредельные дикарбоновые кислоты — малеиновая и фумаровая. | собеседование, решение задач                     | 8 |
| 3.5      | <i>Липиды.</i> Воска. Сложные липиды: фосфолипиды, сфинголипиды, гликолипиды: строение, биологическая роль.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | подготовка докладов и презентаций                | 4 |
| 3.5      | <i>Амины.</i> Диамины. Распространение в природе. Получение гексаметилендиамина и его применение в производстве синтетического волокна нейлон.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | собеседование, решение задач                     | 4 |
| <b>4</b> | <b>Гетерофункциональные производные углеводов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                  |   |
| 4.1      | <i>Гидроксикислоты и оксокислоты.</i> Абсолютная конфигурация. R, S-номенклатура Кана — Ингольда — Прелога. Методы разделения рацематов на оптические антиподы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | собеседование, решение задач                     | 8 |
| 4.2      | <i>Углеводы.</i> Конформации пиранозного цикла: «кресло» и «ванна». C1-конформации, аксиальные и экваториальные связи. Конформационные эффекты: аномерный эффект, $\Delta^2$ -эффект. Конформации C1 аномеров глюкозы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | собеседование, решение задач                     | 4 |
| 4.3      | <i>Аминокислоты.</i> Физико-химические свойства белков.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | собеседование                                    | 4 |
| <b>5</b> | <b>Гетероциклические соединения</b><br>Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Оксазол, тиазол, пирозол и имидазол. Биологическое и медицинское значение производных тиазола и имидазола.<br>Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиримидин. Пиримидиновые основания: урацил, тимин, цитозин. Пурин. Ароматическая система пурина. Пуриновые основания: аденин, гуанин.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | собеседование, подготовка докладов и презентаций | 8 |

## Вопросы к экзамену

1. Теория химического строения А. М. Бутлерова. Явление изомерии.
2. Ковалентная химическая связь. Валентные состояния атома углерода.
3. Электронные эффекты и их влияние на свойства органических соединений.
4. Гомологический ряд, номенклатура, методы получения алканов.
5. Строение и свойства алканов. Реакции радикального замещения.
6. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия и методы получения алкенов.
7. Строение и свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения.
8. Реакции окисления алкенов.
9. Классификация алкадиенов. Строение и свойства сопряженных диенов.
10. Полимеризация и сополимеризация алкенов и сопряжённых диенов. Понятие о натуральном и синтетическом каучуках.
11. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия и методы получения алкинов.
12. Строение и свойства алкинов.
13. Гомологический ряд бензола. Изомерия. Электронное строение бензола. Критерии ароматичности.
14. Получение бензола и его гомологов.
15. Химические свойства бензола. Реакции электрофильного замещения.
16. Правила ориентации в бензольном ядре.
17. Согласованная и несогласованная ориентация в дизамещенных бензолах.
18. Химические свойства гомологов бензола. Взаимное влияние бензольного ядра и алкильных радикалов.
19. Классификация, номенклатура, изомерия моногалогенопроизводных алканов. Способы получения галогеноалканов.
20. Химические свойства галогеноалканов. Реакции нуклеофильного замещения.
21. Реакции элиминирования галогеноалканов. Реакции галогеноалканов с металлами.
22. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура и методы предельных одноатомных спиртов.
23. Кислотно-основные свойства спиртов. Реакции окисления спиртов.
24. Двух- и трехатомные спирты.
25. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура и способы получения одноатомных фенолов.
26. Электронное строение и химические свойства фенола.
27. Гомологические ряды алифатических альдегидов и кетонов. Изомерия и номенклатура, методы синтеза.
28. Реакции нуклеофильного присоединения альдегидов и кетонов.
29. Реакции окисления и восстановления альдегидов и кетонов алифатического ряда.
30. Реакции конденсации и полимеризации альдегидов и кетонов.
31. Монокарбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура, методы синтеза.
32. Химические свойства монокарбоновых кислот.
33. Получение и химические свойства сложных эфиров карбоновых кислот.
34. Состав жиров.
35. Химические свойства жиров.
36. Гомологические ряды алифатических и ароматических аминов, изомерия и номенклатура, методы синтеза аминов.
37. Химические свойства алифатических аминов.
38. Химические свойства ароматических аминов.
39. Способы получения и химические свойства гидроксикислот.
40. Оптическая изомерия гидроксикислот.
41. Альдегидо- и кетокислоты. Ацетоуксусная кислота и ее эфир. Таутомерия ацетоуксусного эфира.
- 42.стереоизомерия моносахаридов.
43. Химические свойства моносахаридов.
44. Строение и химические свойства дисахаридов.

45. Строение и химические свойства целлюлозы и крахмала.
46. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура и методы синтеза аминокислот.
47. Электронное строение и химические свойства аминокислот.
48. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, пиррол, тиофен.
49. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство                                                                                                                                                           | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ                              |                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                               |             | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ                                                                                           |
| Основная литература                                                                                                                                                                                                           |             |                                                  |                                                                                                                                 |
| 1. Иванов, В. Г. Органическая химия : учебное пособие для вузов по специальности «Биология» / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. — 5-е изд., стер. — М. : Академия. — 620 с. — ISBN 978-5-7695-5834-4.                 | 2009        | 100                                              |                                                                                                                                 |
| 2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник для вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Дрофа. — 543 с. — ISBN 5-7107-7420-0.                                                       | 2004        | 20                                               |                                                                                                                                 |
| 3. Органическая химия : учебник для вузов : в 2 кн. / В. Л. Белобородов [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. — 3-е изд., стер. — Кн. 1: Основной курс. — М. : Дрофа. — 639 с. — ISBN 5-7107-8724-8.                           | 2004        | 35                                               |                                                                                                                                 |
| 4. Иванов, В. Г. Сборник задач и упражнений по органической химии : учебное пособие для вузов по специальности «Биология» / В. Г. Иванов, О. Н. Гева, Ю. Г. Гаверова. — М. : Академия. — 319 с. — ISBN 978-5-7695-3481-2.     | 2007        | 7                                                |                                                                                                                                 |
| Дополнительная литература                                                                                                                                                                                                     |             |                                                  |                                                                                                                                 |
| 1. Петров, А. А. Органическая химия : учебник для химико-технологических вузов и факультетов / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко ; под ред. А. А. Петрова. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа. — 592 с. | 1981        | 52                                               |                                                                                                                                 |
| 2. Органическая химия : учебник для вузов : в 2 кн. / В. Л. Белобородов [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. — Кн. 2: Специальный курс. — М. : Дрофа. — 592 с. — ISBN 978-5-358-01369-8.                                      | 2008        | 7                                                |                                                                                                                                 |
| 3. Зурабян, С. Э. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебник / С. Э. Зурабян, А. П. Лузин; под ред. Н. А. Тюкавкиной. — М. : ГЭО-ТАР-Медиа. — 384 с. — ISBN 978-5-9704-3827-5.                                         | 2016        |                                                  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438275.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438275.html</a> |
| 4. Разин, В. В. Задачи и упражнения по органической химии [Электронный ресурс] / В. В. Разин, Р. Р. Костиков. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2009. — 336 с. — ISBN 978-5-93808-163-5.                                                     | 2009        |                                                  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081635.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081635.html</a> |

### 7.2. Периодические издания

1. «Успехи химии».
2. «Известия ВУЗов: химия и химическая технология».
3. «Вестник МГУ: химия».
4. «Химия в школе».

### 7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
2. <http://www.xumuk.ru>
3. <http://www.hij.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в лаборатории органической и биологической химии (403-7).


Учебно-методические материалы — учебники, методические пособия.

Аудиовизуальные средства обучения — слайды, презентации, видеофильмы.

Лабораторное оборудование — центрифуги, весы аналитические, спектрофотометр, рН-метры, вытяжные шкафы, термостаты.

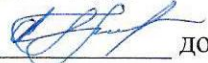
Расходные материалы: химические реактивы, химическая посуда.

Рабочую программу составил доцент кафедры биологического и географического образования Морев С. Ю. 

Рецензент (представитель работодателя): директор МБОУ СОШ № 29 г. Владимира Плышевская Е. В. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологического и географического образования.

Протокол № 11 от 25.06.2019 года.

Заведующий кафедрой  доцент Грачёва Е. П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 Педагогическое образование.

Протокол № 3 от 01.07.2019 года.

Председатель комиссии  директор ПИ ВлГУ Артамонова М. В.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



