

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИББМ \_\_\_\_\_ Ведунова М.В.

«29 » августа 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

***Органическая химия***

---

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**30.05.01 Медицинская биохимия**

Квалификация (степень)

**Врач-биохимик**

Форма обучения

**Очная**

Нижегород  
2019 год

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Органическая химия» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по специальности **30.05.01 Медицинская биохимия**, является обязательной для освоения студентами в 3-м учебном семестре.

Дисциплина «Органическая химия» базируется на основе школьного курса органической химии, курсов «Общая химия» и «Аналитическая химия» и является предшествующей для дисциплины «Общая биохимия». Студенты к моменту освоения дисциплины «Органическая химия» ознакомлены с принципами работы в химической лаборатории, в том числе методами приготовления растворов и выполнения простейших химических экспериментов, освоенными в рамках практики по получению первичных профессиональных навыков, а также лабораторных занятий предшествующих дисциплин.

**Целями освоения дисциплины «Органическая химия» являются:**

- формирование современных представлений о методах синтеза, анализа и реакционной способности основных классов органических соединений, а также важнейших механизмах протекания органических реакций;
- овладение методами синтеза и анализа органических соединений различных классов;
- получение практических навыков работы с органическими веществами и реактивами, а также аппаратурой для их синтеза и анализа.

Указанный курс должен способствовать формированию целостного восприятия всего блока химических дисциплин, преподаваемых студентам Института биологии и биомедицины, и призван способствовать более глубокому усвоению студентами лекционного курса «Общая биохимия».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций   |
|--|--|
| <i>ОПК-5</i> - готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач<br>(начальный этап формирования) | <b>З (ОПК-5) Знать</b> и понимать взаимосвязь строения и реакционной способности органических соединений.<br><b>У (ОПК-5) Уметь</b> классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности.<br><b>В (ОПК-5) Владеть</b> навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул. |

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) на всех формах обучения составляет 5 зачетных единиц, всего 182 часа, из которых 104 составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 68 часа лабораторные работы, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации). Самостоятельная работа обучающегося составляет 76 часов (в т.ч. включая 36 часов подготовки к экзамену).

#### Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине | Всего (часы) | В том числе   |                            |       |   |
|--|--------------|---|----------------------------|-------|---|
|  |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них |                            |       | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|  |              | Занятия лекционного типа  | Занятия лабораторного типа | Всего |   |
| Раздел I. <i>Введение в органическую химию.</i>  | 13           | 2   | 4                          | 6     | 7   |
| Раздел II. <i>Углеводороды и их производные.</i>   | 28           | 8   | 12                         | 20    | 8   |
| Раздел III. <i>Спирты, фенолы, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты.</i>   | 56           | 12  | 30                         | 42    | 14  |
| Раздел IV. <i>Углеводы и азотсодержащие органические соединения.</i>   | 34           | 8   | 18                         | 26    | 8   |
| Раздел V. <i>Гетероциклические соединения и алкалоиды.</i>   | 13           | 4   | 4                          | 8     | 5   |
| В т.ч. текущий контроль  | 2            |   |                            |       |   |
| <b>Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>   |              |   |                            |       |   |
| Итого  | 180          |   |                            | 104   | 76  |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточная аттестация осуществляется на экзамене.

#### Содержание курса "ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ" (наименование тем и детализация их содержания)

##### Раздел I. *Введение в органическую химию.*

Тема 1. *Введение в органическую химию. Общие представления о строении органических молекул и методах их исследования*

- 1.1. Исторический очерк развития теории строения органических соединений. Теория органического строения А. М. Бутлерова
- 1.2. Значение органической химии для развития биохимии, биологии, медицины, сельского хозяйства
- 1.3. Органическая химия как основа для создания новых материалов, пестицидов, лекарственных веществ. Органическая химия и экология.
- 1.4. Валентные состояния атома углерода. Гибридизация.
- 1.5. Типы химических связей и электронные эффекты в органических соединениях
- 1.6. Гомолитический и гетеролитический разрыв связей. Реакционные частицы (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Понятие о нуклеофильных и электрофильных частицах. Карбены.
- 1.7. Изомерия органических соединений.
- 1.8. Способы установления строения органических молекул: элементный и функциональный анализ, физико-химические методы (ЯМР, ИК- и УФ-спектроскопия, рентгено-структурный анализ).
- 1.9. Классификация органических соединений

## **Раздел II. Углеводороды и их производные.**

### *Тема 2. Ациклические углеводороды*

- 2.1. Алканы.
  - 2.1.1. Номенклатура, Строение. Понятие о конфигурации и конформации.
  - 2.1.2. Физические свойства.
  - 2.1.3. Общая характеристика реакционной способности. Реакции свободно-радикального замещения. Окисление алканов.
- 2.2. Алкены.
  - 2.2.1. Номенклатура. Строение. Структурная и геометрическая изомерия.
  - 2.2.2. Физические свойства.
  - 2.2.3. Химические свойства алкенов с точки зрения электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Радикальные реакции с участием алкенов. Теломеризация. Полимеризация алкенов и их производных. Гидрирование и окисление алкенов. Оксосинтез.
- 2.3. Алкины,
  - 2.3.1. Номенклатура. Строение.
  - 2.3.2. Способы получения. Физические свойства.
  - 2.3.3. Общая характеристика реакционной способности и химические свойства.
- 2.4. Диеновые углеводороды.
  - 2.4.1. Классификация диенов и физические свойства.
  - 2.4.2. Реакционная способность сопряженных диенов: реакции электрофильного присоединения с их участием, диеновый синтез, полимеризация. Природный и синтетический каучуки.

### *Тема 3. Циклические углеводороды*

- 3.1. Циклоалканы.
  - 3.1.1. Номенклатура циклов. Классификация циклических углеводородов.
  - 3.1.2. Строение циклоалканов. Устойчивость циклов.
  - 3.1.3. Химические свойства циклических углеводородов различного строения.
- 3.2. Ароматические углеводороды.
  - 3.2.1. Понятие ароматичности. Строение бензола. Изомерия производных бензола.
  - 3.2.2. Природные источники и методы получения ароматических углеводородов.
  - 3.2.3. Химические свойства бензола с точки зрения электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление электрофильного замещения. Окисление бензола и его гомологов. Реакции присоединения с участием бензола.

- 3.3. Многоядерные (полиядерные) ароматические соединения. Общая характеристика строения и реакционной способности.
- 3.4. Небензoidные ароматические системы.
- 3.5. Канцерогенные свойства некоторых ароматических углеводородов и их производных.

#### Тема 4. Галогенпроизводные углеводородов.

- 4.1. Классификация, изомерия, номенклатура.
- 4.2. Химические свойства.
  - 4.2.1. Нуклеофильное замещение галогена на гидроксид-, алкокси-, нитрильную группу и т.п. Моно- и бимолекулярный механизм реакции.
  - 4.2.2. Дегидрогалогенирование. Правило Зайцева.
  - 4.2.3. Получение металлоорганических соединений. Работы Вюрца, Гриньяра, Нижегородской школы химиков-элементооргаников.
- 4.3. Галогенпроизводные углеводородов и окружающая среда.

### **Раздел III. Спирты, фенолы, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты.**

#### Тема 5. Спирты и их производные

- 5.1. Номенклатура. Классификация.
- 5.2. Одноатомные спирты.
  - 5.2.1. Физические свойства. Образование ассоциатов.
  - 5.2.2. Химические свойства спиртов: реакции со щелочными металлами, магниорганическими соединениями, галогеноводородами; образование простых и сложных эфиров; дегидратация; окисление и дегидрирование. Качественные реакции на спирты.
  - 5.2.3. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой и их применение.
- 5.3. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин (получение, свойства, применение).
- 5.4. Простые эфиры.
  - 5.4.1. Строение, изомерия, номенклатура.
  - 5.4.2. Физические и химические свойства. Применение.

#### Тема 6. Фенолы

- 6.1. Строение фенола и электронные эффекты в его молекуле. Сравнение реакционной способности фенолов и спиртов.
- 6.2. Химические свойства фенола по гидроксильной группе и ароматическому кольцу.
- 6.3. Применение фенола и его производных. Фенольные соединения в природе.
- 6.4. Медико-биологическое значение спиртов и фенолов.

#### Тема 7. Карбонильные соединения.

- 7.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия.
- 7.2. Строение карбонильной группы и общая характеристика реакционной способности.
- 7.3. Химические свойства карбонильных соединений.
  - 7.3.1. Реакции нуклеофильного присоединения.
  - 7.3.2. Взаимодействие с азотсодержащими соединениями.
  - 7.3.3. Реакции конденсации с участием альдегидов и кетонов.
  - 7.3.4. Окисление карбонильных соединений. Восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Канничиаро.
  - 7.3.5. Качественные реакции на карбонильные соединения. Реакции, отличающие альдегиды и кетоны.
- 7.4. Непредельные альдегиды и кетоны. Особенности строения и химических свойств.
- 7.5. Бензальдегид, ацетофенон и бензофенон как представители ароматических альдегидов и кетонов.

7.6. Хиноны.

7.7. Медико-биологическое значение формальдегида, уротропина, хлоральгидрата и других карбонильных соединений.

Тема 8. *Карбоновые кислоты и их производные*

8.1. Классификация. Номенклатура.

8.2. Предельные одноосновные карбоновые кислоты.

8.2.1. Строение карбоксильной группы. Влияние органического радикала на степень диссоциации карбоновых кислот. Ассоциация молекул кислот.

8.2.2. Способы получения. Физические свойства.

8.2.3. Химические свойства. Функциональные производные карбоновых кислот.

8.2.4. Биологическое значение карбоновых кислот и их производных.

8.3. Жиры. Мыла.

8.4. Предельные двухосновные кислоты.

8.4.1. Общая характеристика химических свойств.

8.4.2. Отдельные представители: щавелевая кислоты и ее производные; малоновая кислота и ее эфиры; адипиновая кислота и полнамидное волокно.

8.5. Непредельные карбоновые кислоты: строение и реакционная способность на примере акриловой и метакриловой кислот. Фумаровая и малеиновая кислоты.

8.6. Бензойная кислота как представитель ароматических карбоновых кислот: строение, методы получения и химические свойства. Фталевые кислоты и их производные.

Тема 9. *Окси- и оксокислоты как полифункциональные органические соединения*

9.1. Оксикислоты.

9.1.1. Классификация. Номенклатура.

9.1.2. Стереоизомерия на примере оксикислот. Понятие об ассиметрическом синтезе.

9.1.3. Химические свойства оксикислот.

9.1.4. Отдельные представители оксикислот: гликолевая кислота, молочная кислота, яблочная кислота, винные кислоты. Их биохимическое значение.

9.2. Альдегидо- и кетокислоты.

9.2.1. Пировиноградная кислота: получение, свойства и биологическое значение.

9.2.2. Ацетоуксусный эфир: строение и синтезы на его основе.

#### **Раздел IV. Углеводы и азотсодержащие органические соединения.**

Тема 10. *Углеводы.*

10.1. Распространение в природе. Фотосинтез.

10.2. Классификация углеводов.

10.3. Моносахариды и их производные.

10.3.1. Важнейшие альдопентозы и альдогексозы. Строение, пиранозные и фуранозные циклы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Конформация глюкопиранозы. Явление мутаротации.

10.3.2. Свойства моносахаридов как полиоксиальдегидов на примере глюкозы.

10.3.3. Реакции удлинения и укорачивания цепи, Принципы установления структуры моноз.

10.3.4. Гликозиды и их значение в биологии.

10.3.5. Нуклеозиды, нуклеотиды, АТФ.

Тема 11. *Сложные сахара*

11.1. Олигосахариды

11.1.1. Дисахариды. Строение. Восстанавливающие и невосстанавливающие биозы. 11.1.2. Химические свойства, нахождение в природе.

11.2. Полисахариды. Крахмал, целлюлоза, целлобиоза: строение, свойства, биологическое значение и применение.

Тема 12. *Нитросоединения и амины как азотсодержащие органические соединения.*

- 12.1. Номенклатура. Изомерия. Строение нитрогруппы.
- 12.1.1. Алифатические нитросоединения. Химические свойства нитроалканов. Ациформа.
- 12.1.2. Нитробензол как представитель ароматических нитросоединений.
- 12. 2. Амины.
- 12.2.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия.
- 12.2.2. Алифатические амины.
- 12.2.3. Физические свойства и строение. Четвертичные аммонийные соли. Амины как основания, влияние органического радикала на константу основности.
- 12.2.4. Реакционная способность и химические свойства аминов.
- 12.3. Анилин как представитель ароматических аминов.
- 12.3.1. Строение анилина, взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца.
- 12.3.2. Химические свойства: реакции по аминогруппе и по ароматическому кольцу.
- 12.3.4. Красители на основе анилина.
- 12.4. Сульфаниловая кислота. Сульфамидные препараты.
- 12.5. Биологическое значение аминов и их производных.

#### Тема 13. *Аминокислоты.*

- 13.1. Классификация. Изомерия. Строение. Аминокислоты как биполярные ионы. Изoeлектрическая точка.
- 13.2. Химические свойства аминокислот.
- 13.3. Отдельные представители аминокислот.
- 13.4. Пептиды и пептидная связь. Синтез полипептидов и расщепление белков.
- 13.5. Классификация белков. Понятие о составе и строении белков.

### **Раздел V. *Гетероциклические соединения и алкалоиды.***

#### Тема 14. *Гетероциклические соединения.*

- 14.1. Классификация. Номенклатура.
- 14.2. Пятичленные гетероциклы.
- 14.2.1. Особенности строения пиррола, фурана, тиюфена. Цикл Юрьева.
- 14.2.2. Пиррол и его производные: электрофильное замещение, реакции по подвижному атому водорода, свойства пиррола как основания. Пиррольный цикл в природных соединениях. Порфирин. Гемоглобин.
- 14.2.3. Фуран. Химические свойства как диена и ароматического соединения.
- 14.2.4. Тиюфен и его химические свойства.
- 14.3. Шестичленные гетероциклы на примере пиридина.
- 14.3.1. Строение и химические свойства: реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Пиридин как основание.
- 14.3.2. Производные пиридина (никотиновая кислота, витамин PP и др.).
- 14.4. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.

#### Тема 15. *Алкалоиды*

- 1.1. Классификация алкалоидов.
- 15.2. Алкалоиды группы пиридина и пипиридина.
- 15.3. Алкалоиды группы хинолина.
- 15.4. Алкалоиды группы тропана.
- 15.5. Алкалоиды группы морфина
- 15.6. Алкалоиды группы пурина.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий. Промежуточный контроль осуществляется при проведении экзамена.

### **4. Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий. Лекционный курс читается в соответствии с классическими университетскими педагогическими приемами и технологиями, отдельные разделы курса - с применением современных компьютерных технологий (электронные презентации) и интернет-ресурсов, а также с использованием раздаточного материала с изображением ряда схем химических процессов.

Предусмотрены лекции-визуализации с проблемным изложением основных тем курса, которые входят в рабочую программу (представлены в таблице «Содержание дисциплины»). На лабораторных занятиях выполняются тематические лабораторные работы, на которых отрабатываются навыки практической работы с органическими соединениями, стеклянной химической посудой, методами приготовления и отбора проб и другими экспериментальными приемами, необходимыми для квалифицированной работы в лаборатории. Лабораторный практикум оснащен необходимым современным оборудованием и химическими реактивами.

### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Большое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, которая включает подготовку к семинарским занятиям по отдельным главам курса, а также допусков к лабораторным работам и написание отчетов по лабораторным работам, которые представляются в письменном виде. Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку студента в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и лабораториях, а также в домашних условиях (общежитии ННГУ) с использованием ресурсов Интернета для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление отчетов по соответствующим темам лабораторных работ.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Еженедельный устный опрос с оценкой;
- Три коллоквиума по разделам (коллоквиум 1 – разделы I и II; коллоквиум 2 - раздел III; коллоквиум 3 – раздел IV);
- Семинар и контрольные работы по разделу «Гетероциклические соединения и алкалоиды»;
- Сдача теоретического допуска к лабораторной работе и проверка написания отчетов по ним.

Для подготовки студентов к выполнению лабораторных работ и самостоятельного изучения материала рекомендуются методические пособия и разработки кафедры:

Гришин Д.Ф., Павловская М.В. Практикум по органической химии. Руководство к практическим занятиям для студентов биологического факультета. ННГУ. 2012. 44 с.

Программа курса, вопросы к устному опросу и коллоквиумам представлены в приведенных выше учебно-методических пособиях, а также выдаются студентам в виде раздаточного материала в печатном или электронном виде (приведены ниже).

#### **Примеры вопросов для контроля, устного опроса и коллоквиумов**

1. Валентные состояния атомов углерода. Гибридизация. Типы связей в органических соединениях.
2. Изомерия в органических соединениях.
3. Электронные эффекты в органических соединениях.
4. Промежуточные реакционные частицы: свободные радикалы, карбокатионы, карбанионы. Электронное и пространственное строение.
5. Алканы: номенклатура, изомерия, понятие о конфигурации и конформации. Методы получения.

6. Алкены: строение, номенклатура, изомерия, способы получения. Гидрирование и окисление алкенов. Полимеризация.
7. Химические свойства алкенов: галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Современное толкование правила Марковникова.
8. Алкины: строение, номенклатура, изомерия, методы получения и химические свойства (присоединение водорода, галогенов, воды, галогенводородов, реакции замещения атомов водорода).
9. Диеновые углеводороды. Классификация, номенклатура, методы получения, строение и химические свойства (на примере сопряженных диенов).
10. Понятие об ароматичности в органической химии. Бензол: получение и химические свойства с точки зрения электрофильного замещения (нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

**6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Органическая химия», приведены в таблице**

*ОПК-5* - готовность использовать основы физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач

| Индикаторы компетенции   | Критерии оценивания (дескрипторы)  |   |  |  |  |   |   |
|--|--|---|--|--|--|---|---|
|  | «плохо»  | «неудовлетворительно»   | «удовлетворительно»  | «хорошо»   | «очень хорошо»   | «отлично»   | «превосходно»   |
| <b>Знать</b> и понимать взаимосвязь строения и реакционной способности органических соединений               | Отсутствие знаний материала  | Наличие грубых ошибок в основном материале  | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок   | Знание основного материала с рядом заметных погрешностей   | Знание основного материала с незначительными погрешностями   | Знание основного материала без ошибок и погрешностей  | Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей  |
| <b>Уметь</b> классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности | Полное отсутствие умения классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности | Отсутствие умения классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности | Умение классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности при наличии существенных ошибок | Умение классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности при наличии незначительных ошибок | Умение классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности с небольшими недочетами | Умение без ошибок классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности | Умение в совершенстве классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности |
| <b>Владеть</b>   | Полное   | Отсутстви   | Наличие  | Посредстве   | Достаточно   | Хорошее   | Всесторонн  |

|  |                    |   |   |  |   |   |  |
|--|--------------------|---|---|--|---|---|--|
| навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул | отсутствие навыков | е навыков идентификации и анализа пространственного строения органических молекул | минимальных навыков идентификации и анализа пространственного строения органических молекул | нное владение навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул | е владение навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул | владение навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул | ее владение навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий               | 0 – 20 %           | 21 – 49 %   | 50 – 69 %   | 70-79 %  | 80 – 89 %   | 90 – 99%  | 100%   |

## 6.2 Описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в письменной форме в виде ответов обучающегося на теоретические вопросы курса, в том числе написание уравнений соответствующих реакций, знанием их механизмов и номенклатуры органических соединений, с последующим анализом ответов и разбором ошибок (недочетов) в рамках тематики курса.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие проверенные и зачтенные преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчеты по темам лабораторных работ.

**Для проведения промежуточного контроля формирования компетенции используются:**

1. Предоставление оформленного и принятого преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчетов по лабораторным работам;
2. Ответ по билету;
3. Идентификация микропрепарата на экзамене.

| Оценка      | Уровень подготовки   |
|-------------|--|
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета и дал по нему исчерпывающие объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, подтверждением этого является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов*. |
| Отлично     | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками (более 90% заданий выполнены безукоризненно). Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета и дал по нему объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| Очень хорошо        | Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в написании реакции, названии соединений и т.п. (более 75% заданий выполнено правильно). Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов. |
| Хорошо              | В целом хорошая подготовка с некоторыми ошибками или недочетами (более 65% заданий выполнено правильно). Студент добросовестно работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы и результаты коллоквиумов.  |
| Удовлетворительно   | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос (не менее 50% заданий выполнено правильно).   |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы более чем на 50% вопросов экзаменационного задания.  |
| Плохо               | Очень низкий уровень подготовки – менее 20% заданий выполнено правильно.   |

\*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчетов.

#### **Требования к оформлению отчета. Отчет должен содержать:**

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткое теоретическое введение, включая уравнения химических реакций, характеризующие свойства изучаемых органических соединений, которым посвящена лабораторная работа;
- 4) экспериментальную часть;
- 5) выводы и список использованной при выполнении задания литературы.

Отчет должен быть оформлен аккуратно и представляется на следующее после выполнения работы занятие.

#### **Критерии оценки отчета**

|                 |  |
|-----------------|--|
| Отчет зачтен    | Содержание и оформление отчета полностью соответствует требованиям, указанным выше |
| Отчет не зачтен | Не выполнен хотя бы один пункт из требований, предъявляемых к оформлению отчета    |

### **6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- *тестирование*;

- **письменные ответы** на вопросы контрольных работ;
- **устные ответы на вопросы при фронтальном опросе** на лабораторных занятиях;
- **индивидуальный устный ответ** по тематике лабораторного занятия;
- **собеседование** на экзамене.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- **практические контрольные задания** (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;
- **выполнение лабораторных работ** по данной дисциплине;
- **оформление отчета** по темам лабораторных работ.

#### **6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### ***Вопросы для контроля усвоения по основным темам курса***

*Тема:* Общие представления о строении органических молекул и методах их исследования.

1. Состояние гибридизации атомов углерода в  $\alpha$ -метилстироле
2. Сравните реакционную способность этильного, изопропильного и трет-бутильного радикалов по отношению к  $\pi$ -связи этилена
3. Рассмотрите взаимодействие дихлоркарбена с циклогексеном
4. Приведите пример соединений, в молекулах которых имеет место:
  - а)  $\pi$ - $\pi$ , б)  $\pi$ - $\sigma$ , в)  $\pi$ - $\pi$ , г)  $\pi$ - $\pi$  сопряжения,
5. Охарактеризуйте возможности метода ИК-спектроскопии при идентификации органических соединений.

*Тема:* Углеводороды.

1. Рассмотрите реакции нитрования, сульфохлорирования и сульфирования алканов на примере 2-метилпропана
2. Рассмотрите присоединение бромистого водорода к 2-метилпропену в темноте и при облучении в присутствии пероксида
3. По каким механизмам может протекать полимеризация непредельных соединений? Ответ поясните соответствующими примерами.
4. Рассмотрите взаимодействие бутин-1 с избытком брома, амидом натрия, с водой в присутствии солей ртути в серноокислой среде
5. Рассмотрите полимеризацию изопрена. Приведите формулу изопрена и гуттаперчи

*Тема:* Галогенпроизводные углеводородов.

1. Приведите формулу 2-бром-2-метилбутана и рассмотрите его взаимодействие с водным и спиртовым растворами гидроксида калия
2. Сравните реакционную способность бромистого циклогексила и бромбензола по отношению к нуклеофильным реагентам
3. Рассмотрите взаимодействие хлористого трет-бутила и изопропилхлорида с металлическим магнием в среде эфира. В каком случае реакция пойдет легче и почему?
4. Рассмотрите реакцию эквимольной смеси бутилбромидов и метилбромидов с металлическим натрием

*Тема:* Спирты и их производные.

1. Рассмотрите химические свойства спиртов на примере пропанола-2
2. Сравнение реакционной способности первичных, вторичных и третичных спиртов
3. Реакции трет-бутилового спирта по подвижному атому водорода

4. Реакция этерификации на примере взаимодействия пропановой кислоты с этанолом
5. Методы получения и свойства простых эфиров

*Тема: Фенолы.*

1. Сравнить реакционную способность гидроксильной группы в фенолах и одноатомных алифатических спиртах
2. Реакции бромирования, нитрования и сульфирования фенола
3. Фенолформальдегидные смолы

*Тема: Карбонильные соединения.*

1. Строение карбонильной группы. Электронные эффекты в карбонильных соединениях на примере пропаналя
2. Реакции нуклеофильного присоединения на примере альдегидов и кетонов
3. Взаимодействие метилэтилкетона с аммиаком и 2,4-динитрофенил-гидразином
4. Особенности окисления альдегидов и кетонов
5. Конденсация карбонильных соединений в щелочной среде на примере: а) ацетона; б) 2-метилпропаналя

*Тема: Карбоновые кислоты и их производные.*

1. Электронное строение карбоксильной группы. Факторы, определяющие степень диссоциации карбоновых кислот
2. Методы получения карбоновых кислот на примере бутановой кислоты
3. Получение производных карбоновых кислот на примере уксусной кислоты
4. Жиры. Характеристика строения и химических свойств
5. Натрий-малоновый эфир в органических синтезах

*Тема: Углеводы.*

1. D- и L-ряды моносахаридов.
2. Строение моносахаридов. Циклические формы. Формулы Фишера и Хеуорса
3. Реакции удлинения и укорачивания цепи на примере альдопентоз
4. Реакционная способность спиртовых и глюкозидного гидроксильных
5. Химические свойства моносахаридов на примере арабинозы

*Тема: Нитросоединения.*

1. Строение нитрогруппы, Ациформа нитросоединений на примере нитропропана
2. Взаимодействие нитросоединений с азотистой кислотой
3. Реакция восстановления нитробензола в кислой и щелочной средах
4. Электрофильное замещение в нитробензоле

*Тема: Амины.*

1. Методы получения аминов на примере: а) этиламина; б) метилэтил-амина; в) анилина
2. Электронное и пространственное строение аминов. Сравнение основности первичных, вторичных и третичных аминов
3. Взаимодействие пропиламина с:  
а) ангидридами карбоновых кислот; б) минеральными кислотами;  
в) азотистой кислотой
4. Строение анилина. Взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца на реакционную способность
5. Реакция азосочетания на примере N,N-диметиланилина

*Тема: Аминокислоты.*

1. Строение аминокислот в нейтральной, кислой и щелочной средах на примере 2-аминопропановой кислоты. Изoeлектрическая точка
2. Различия в химических свойствах  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислот

3. Химические свойства аминокислоты по карбоксильной группе
4. Реакции 3-аминопропановой кислоты по аминогруппе
5. Пептидная связь. Синтез полипептидов

*Тема: Гетероциклические соединения.*

1. Правило Хюккеля. Строение пятичленных ароматических гетероциклов
2. Сравнение химических свойств пиррола, тиафена, фурана и бензола
3. Пиррольный цикл в природных соединениях
4. Сравнение строения и химических свойств пиридина и пиррола
5. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения с участием пиридина

### **Типовое экзаменационное задание по курсу «Органическая химия» для студентов Института биологии и биомедицины\***

Напишите уравнения реакций с указанием промежуточных стадий и реакционных частиц, назовите исходные и конечные продукты реакций:

1. Алкан (приведена формула) +  $\text{Cl}_2$  (при облучении) или  $\text{HNO}_3$  (при нагревании)  $\rightarrow$  ?
2. Алкен (приведена формула) +  $\text{Br}_2$  или  $\text{HBr}$  (или  $\text{HCl}$ ) или  $\text{H}_2\text{O}$  (в кислой среде)  $\rightarrow$  ?
3. Алкин (приведена формула) +  $\text{Br}_2$  или  $\text{HBr}$  (или  $\text{HCl}$ ) или  $\text{H}_2\text{O}$  (в кислой среде)  $\rightarrow$  ?
4. Сопряженный диен (приведена формула) +  $\text{Br}_2$  или  $\text{HBr}$  (или  $\text{HCl}$ )  $\rightarrow$  ?
5. Ароматический углеводород или производное ароматического углеводорода (приведена формула) +  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц., t) или  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц., t) или  $\text{Cl}_2$  (в присутствии  $\text{AlCl}_3$  или  $\text{FeCl}_3$ ) или  $\text{Br}_2$  (в присутствии  $\text{AlBr}_3$  или  $\text{FeBr}_3$ )  $\rightarrow$  ?
6. Галогенпроизводное углеводорода (приведена формула) +  $\text{H}_2\text{O}$  (в щелочной среде) или  $\text{HCN}$  (в щелочной среде)  $\rightarrow$  ?
7. Спирт (приведена формула) + карбоновая кислота (приведена формула) (при нагревании в кислой среде)  $\rightarrow$  ?
8. Альдегид + аммиак (или амин или гидроксилламин или фенилгидразин) или альдольная конденсация на примере альдегида или кетона  $\rightarrow$  ?
9. Карбоновая кислота (приведена формула) + ?  $\rightarrow$  ангидрид (или хлорангидрид)
10. Приведите пример реакции нитрования (или сульфирования) с участием пиррола (или тиафена, или фурана, или пиридина)
11. Приведите пример восстанавливающей (или невосстанавливающей) биозы (дисахарида) и напишите реакцию гидролиза с ее участием
12. Рассмотрите оптическую изомерию органических соединений на примере аминокислот (или строение аминокислоты в кислой, нейтральной или щелочной среде) и отношение  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\eta$ -аминокислот к нагреванию.
13. Приведите открытую и циклическую (полуацетальную) форму для любой альдогексозы и рассмотрите ее реакцию с метанолом (или йодистым метилом, или фенолом, или ангидридом карбоновой кислоты)
14. Рассмотрите реакцию удлинения (или укорачивания) цепи на примере альдопентозы
15. Рассмотрите образование пептидной связи на примере аминокислоты ( $\alpha$ -аминопропионовой кислоты или  $\alpha$ -аминоуксусной кислоты), в том числе с защитой соответствующих функциональных групп

\* Каждый экзаменационный билет включает строго 15 приведенных выше вопросов (заданий), охватывающих все разделы органической химии и характеризующих химические свойства конкретных органических соединений. При этом в заданиях 1-9 экзаменационного билета приведены формулы конкретных соединений, на примере которых необходимо написать указанные реакции.

### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

1. Андреева Н.Д., Дятлова К.Д. Тестовый контроль биологических знаний: Учебное пособие СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – 143с.

2. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД.
3. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Органическая химия»**

а) основная литература:

1. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Т. - Органическая химия: [учеб. для хим.-технол. вузов и фак.]. - М.: Высшая школа, 1981. - 592 с. (56 экземпляров в библиотеке ННГУ)
2. Шабаров Ю. С. - Органическая химия: учеб. для вузов. Ч. 1. - М.: Химия, 1994. - 499 с. (50 экземпляров в библиотеке ННГУ).
3. Шабаров Ю. С. - Органическая химия: учеб. для вузов. Ч. 2. - М.: Химия, 1994. - 348 с. (52 экземпляров в библиотеке ННГУ).
4. Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие/Иванов В. Г., Гева О. Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 222 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=459210>.
5. Органическая химия. Части III-IV: Учебное пособие / Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. - М.: МПГУ, 2012. - 414 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=757103>.

б) дополнительная литература:

1. Органическая химия: задачи по общему курсу с решениями: в 2 ч. : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 "Химия"/ Ливанцов М. В., Зайцева Г. С., Ливанцова Л. И., Гулюкина Н. С., Болесов И. Г. М.: Бином. 2012. Ч. 1 - 255 с.; Ч. 2 – 714 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310531.html>.
2. Органическая химия: задачи по общему курсу с решениями : в 2 ч. : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 "Химия"/Ливанцов М. В., Зайцева Г. С., Ливанцова Л. И., Гулюкина Н. С., Болесов И. Г. Ч. 2. - М.: Бином. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310548.html>

в) Интернет-ресурсы:

1. Электронные библиотеки (Znanium.com, «ЭБС Консультант студента», «Лань»)
2. Научная российская электронная библиотека elibrary.ru
3. Научоёмкие базы данных Scopus, Web of Science, BioMed Central
4. Периодика онлайн (Elsevier, Springer)
5. DOAJ-Direktory of Open Access Journals
6. HighWirePress
7. PLOS-Publik Library of Science
8. <http://www.lib.unn.ru>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с

возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии два специализированных кабинета, оснащенных необходимым лабораторным оборудованием (установка для перегонки органических соединений, приборы для качественного и количественного анализа органических соединений). Оборудование кабинета при необходимости может быть дополнено мультимедийными средствами обучения (ноутбук с комплектом лицензионного обеспечения, необходимого для работы компьютерных программ, проектор и экран).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности **30.05.01 Медицинская биохимия**.

**Автор** \_\_\_\_\_ д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН Д.Ф.Гришин

**Рецензент** \_\_\_\_\_ зав. кафедрой органической химии ХФ, д.х.н., доцент А.Ю.Федоров

**Зав. кафедрой химии нефти и нефтехимического синтеза ХФ,**  
д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН \_\_\_\_\_ Д.Ф.Гришин

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 29 августа 2019 г., протокол № 1.