

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**

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от №6 от 31.05.2023 г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Органическая химия**

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**30.05.01 – Медицинская биохимия**

Направленность образовательной программы

Форма обучения

**Очная**

Нижний Новгород  
2023 год начала подготовки

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
3	Блок Б1 обязательная часть	Дисциплина Б1.О.19 Органическая химия является обязательной дисциплиной в ООП направления подготовки 30.05.01- Медицинская биохимия.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ОПК-1.</b> Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных инновационных задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин.</p> <p>ОПК-1.2. Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.3. Умеет грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знать:</i> представление об электронном строении атома углерода и основных классов органических соединений;</p> <p><i>Уметь:</i> классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности, а также грамотно записывать уравнения химических реакций;</p> <p><i>Владеть:</i> номенклатурой органических соединений и экспериментальными навыками в области органической химии</p>	Собеседование (устный опрос), тест, экзаменационное задание
<b>ПК-13:</b> Способность анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам	<p>ПК-13.1: Владеет знаниями в области современных технологий и правил оформления отчетных материалов</p> <p>ПК-13.2: Умеет анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований.</p>	<p><i>Знать:</i> правила ведения и составления отчетной документации при выполнении химических экспериментов и анализов</p> <p><i>Уметь:</i> проводить химические эксперименты в области органической химии и химического анализа</p> <p><i>Владеть:</i> современными</p>	Отчеты по лабораторным работам, собеседование (устный опрос), экзаменационное задание

исследований, научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	ПК-13.3: Владеет методами выбора оптимальных технологических решений для выполнения научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.	методами синтеза и анализа органических и биоорганических соединений
--	---	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>102</b>
- занятия лекционного типа	<b>42</b>
- лабораторные работы	<b>60</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>40</b>
<b>КСР</b>	<b>2</b>
<b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Контроль самостоятельной работы	Всего	
Раздел I.	20	6	4	2	12	8
Раздел II.	32	8	16		24	8
Раздел III.	46	14	24		38	8
Раздел IV.	28	8	12		20	8
Раздел V.	18	6	4		10	8
Промежуточная аттестация - экзамен	36					
Итого	180	42	60	2	104	40

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

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

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

Тема 1. *Введение в органическую химию.* Исторический очерк развития теории строения органических соединений. Теория органического строения А.М.Бутлерова

1.1. Значение органической химии для развития биохимии и медицины

1.2. Органическая химия как основа создания новых материалов, пестицидов и фармацевтических препаратов. Взаимосвязь органической химии, биоорганической химии и фармацевтической химии.

Тема 2. *Общие представления о строении органических молекул и методах их исследования*

2.1. Валентные состояния атома углерода. Типы гибридизации.

2.2. Типы химических связей и электронные эффекты в органических и биоорганических молекулах

2.3. Гомолитический и гетеролитический разрыв связей в органических соединениях.

2.4. Реакционные частицы (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Их строение и реакционная способность.

2.5. Понятие о нуклеофильных и электрофильных частицах. Карбены как соединения двухвалентного углерода.

Изомерия органических соединений. Взаимосвязь: строение – реакционная способность – применение.

2.6. Способы установления строения органических и биоорганических молекул: элементный и функциональный анализ, физико-химические методы исследования (ЯМР, ИК- и УФ-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ).

2.7. Классификация органических соединений в зависимости от функциональных групп, входящих в молекулу.

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

Тема 1. *Ациклические углеводороды*

1.1. Алканы.

1.1.1. Номенклатура, строение. Понятие о конфигурации и конформации в органической химии.

1.1.2. Методы получения и физические свойства.

1.1.3. Общая характеристика реакционной способности алканов. Реакции свободно-радикального замещения с их участием. Окисление алканов.

1.2. Алкены.

1.2.1. Номенклатура. Строение. Структурная и геометрическая изомерия.

1.2.2. Методы получения и физические свойства.

1.2.3. Химические свойства алкенов с точки зрения реакций электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Радикальные реакции с участием алкенов. Теломеризация. Полимеризация алкенов и их производных. Гидрирование и окисление алкенов. Оксосинтез.

1.3. Алкины,

- 1.3.1. Номенклатура. Строение.
- 1.3.2. Способы получения. Физические свойства.
- 1.3.3. Общая характеристика реакционной способности и химические свойства.
- 1.4. Диеновые углеводороды.
- 1.4.1. Классификация диенов, методы получения и физические свойства.
- 1.4.2. Реакционная способность сопряженных диенов: реакции электрофильного присоединения с их участием, диеновый синтез, полимеризация. Природный и синтетический каучуки.

## Тема 2. Циклические углеводороды

- 2.1. Циклоалканы.
- 2.1.1. Номенклатура циклов. Классификация циклических углеводородов.
- 2.1.2. Строение циклоалканов. Устойчивость циклов в зависимости от их строения.
- 2.1.3. Химические свойства циклических углеводородов различного строения.
- 2.1. Ароматические углеводороды.
- 2.2.1. Понятие ароматичности. Правило Хюккеля. Строение бензола. Изомерия производных бензола.
- 2.2.2. Природные источники и методы получения ароматических углеводородов.
- 2.2.3. 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.
- 2.3. Многоядерные (полиядерные) ароматические соединения.
- 2.3.1. Общая характеристика строения и реакционной способности.
- 2.3.2. Небензоидные ароматические системы.
- 2.3.3. Канцерогенные свойства некоторых ароматических углеводородов и их производных. Экологические аспекты производства и утилизации ароматических углеводородов.

## Тема 3. Галогенпроизводные углеводородов.

- 3.1. Классификация, изомерия, номенклатура.
- 3.2. Методы получения галогенпроизводных углеводородов.
- 3.3. Химические свойства.
- 3.4. Нуклеофильное замещение галогена на гидрокси-, алкокси-, нитрильную группу и т.п. Моно- и бимолекулярный механизм реакции замещения.
- 3.5. Дегидрогалогенирование. Правило Зайцева.
- 3.6. Получение металлоорганических соединений. Работы Вюрца, Гриньяра и Нижегородской школы химиков-элементооргаников.
- 3.7. Галогенпроизводные углеводородов и окружающая среда.

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

### Тема 1. Спирты как представители гидроксилсодержащих органических соединений.

- 1.1. Номенклатура и классификация спиртов.
- 1.2. Одноатомные спирты.
- 1.2.1 Методы получения спиртов.
- 1.2.2. Физические свойства. Образование ассоциатов.
- 1.2.3. Химические свойства спиртов: реакции со щелочными металлами, магниорганическими соединениями, галогеноводородами; образование простых и

сложных эфиров; дегидратация; окисление и дегидрирование. Качественные реакции на спирты.

1.2.4. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой и их применение.

1.3. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин (получение, свойства, применение).

1.4. Простые эфиры. Диэтиловый эфир, строение, свойства и применение.

1.5. Строение, изомерия, номенклатура.

1.6. Физические и химические свойства. Применение. Диэтиловый эфир в медицинской практике.

## Тема 2. Фенолы

2.1. Строение фенола и электронные эффекты в его молекуле. Сравнение реакционной способности фенолов и спиртов.

2.2. Химические свойства фенола по гидроксильной группе и ароматическому кольцу.

2.3. Применение фенола и его производных. Фенольные соединения и окружающая среда.

2.4. Медико-биологическое значение соединений с гидроксильной группой.

## Тема 3. Карбонильные соединения.

3.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия.

3.2. Методы получения альдегидов и кетонов.

3.3. Строение карбонильной группы и общая характеристика реакционной способности.

3.4. Химические свойства карбонильных соединений.

3.4.1. Реакции нуклеофильного присоединения.

3.4.2. Взаимодействие с азотсодержащими соединениями.

3.4.3. Реакции конденсации с участием альдегидов и кетонов.

3.4.4. Окисление карбонильных соединений. Восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Канницаро.

3.5. Качественные реакции на карбонильные соединения. Реакции, отличающие альдегиды и кетоны.

3.6. Непредельные альдегиды и кетоны. Особенности строения и химических свойств.

3.7. Бензальдегид, ацетофенон и бензофенон как представители ароматических альдегидов и кетонов.

3.8. Хиноны. Их участие в окислительно-восстановительных процессах.

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

## Тема 4. Карбоновые кислоты и их производные

4.1. Классификация. Номенклатура.

4.2. Одноосновные карбоновые кислоты класса алканов.

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

4.2.2. Способы получения. Физические свойства.

4.2.3. Химические свойства. Функциональные производные карбоновых кислот.

4.2.4. Медико-биологическое значение карбоновых кислот и их производных.

4.3. Жиры. Мыла. Синтетические моющие средства.

4.4. Предельные двухосновные карбоновые кислоты.

4.4.1. Общая характеристика химических свойств.

- 4.4.2. Отдельные представители: щавелевая кислоты и ее производные; малоновая кислота и ее эфиры; адипиновая кислота и полиамидное волокно.
- 4.5. Непредельные карбоновые кислоты: строение и реакционная способность на примере акриловой и метакриловой кислот. Фумаровая и малеиновая кислоты.
- 4.6. Бензойная кислота как представитель ароматических карбоновых кислот: строение, методы получения и химические свойства. Фталевые кислоты и их производные.
- 4.7. Карбоновые кислоты и окружающая среда.

#### Тема 4. *Окси- и оксокислоты как полифункциональные органические соединения*

##### 5.1. Оксикислоты.

###### 5.1.1. Классификация. Номенклатура.

###### 5.1.2.стереоизомерия на примере оксикислот. Понятие об асимметрическом синтезе.

###### 5.1.3. Химические свойства оксикислот.

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

##### 5.2. Альдегидо- и кетокислоты.

###### 5.2.1. Пировиноградная кислота: получение, свойства и биологическое значение.

###### 5.2.2. Ацетоуксусный эфир: строение и синтезы на его основе.

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

#### Тема 1. *Углеводы как представители полиоксальдегидов и полиоксикетонов.*

##### 1.1. Распространение в природе. Фотосинтез и его роль в природных процессах.

##### 1.2. Классификация углеводов.

##### 1.3. Моносахариды и их производные.

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

###### 1.3.2. Свойства моносахаридов как полиоксальдегидов на примере глюкозы.

###### 1.3.3. Реакции удлинения и укорачивания цепи, Принципы установления структуры моноз.

###### 1.3.4. Гликозиды и их значение в биологии.

###### 1.3.5. Нуклеозиды, нуклеотиды, АТФ.

#### Тема 2. *Сложные сахара*

##### 2.1. Олигосахариды

##### 2.2. Дисахариды. Строение. Восстанавливающие и невосстанавливающие биозы.

##### 2.3. Химические свойства биоз, нахождение в природе.

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

#### Тема 3. *Нитросоединения и амины как азотсодержащие органические соединения.*

##### 3.1. Номенклатура. Изомерия. Строение нитрогруппы.

##### 3.2. Алифатические нитросоединения. Химические свойства нитроалканов. Ациформа.

##### 3.3. Нитробензол как представитель ароматических нитросоединений.

##### 3.4. Амины.

###### 3.4.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия.

###### 3.4.2. Алифатические амины.

###### 3.4.3. Физические свойства и строение. Четвертичные аммонийные соли. Амины как основания, влияние органического радикала на константу основности.

- 3.4.4. Реакционная способность и химические свойства аминов.
- 3.4.5. Анилин как представитель ароматических аминов.
- 3.4.5. Строение анилина, взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца.
- 3.4.6. Химические свойства: реакции по аминогруппе и по ароматическому кольцу.
- 3.5. Красители на основе анилина.
- 3.6. Сульфаниловая кислота. Сульфамидные препараты в медицине.
- 3.7. Биологическое значение аминов и их производных. Тема 4. *Аминокислоты*.
- 4.1. Классификация. Изомерия. Строение. Аминокислоты как биполярные ионы. Изоэлектрическая точка.
- 4.2. Химические свойства аминокислот.
- 4.3. Отдельные представители аминокислот.
- 4.4. Пептиды и пептидная связь. Синтез полипептидов и расщепление белков.
- 4.5. Классификация белков. Понятие о составе и строении белков.

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

### **Тема 1. Гетероциклические соединения.**

- 1.1. Классификация. Номенклатура.
- 1.2. Пятичленные гетероциклы.
  - 1.2.1. Особенности строения пиррола, фурана, тиюфена. Цикл Юрьева.
  - 1.2.2. Пиррол и его производные: электрофильное замещение, реакции по подвижному атому водорода, свойства пиррола как основания. Пиррольный цикл в природных соединениях. Порфилин. Гемоглобин.
  - 1.2.3. Фуран. Химические свойства как диена и ароматического соединения.
  - 1.2.4. Тиюфен и его химические свойства.
- 1.3. Шестичленные гетероциклы на примере пиридина.
  - 1.3.1. Строение и химические свойства: реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Пиридин как основание.
  - 1.3.2. Производные пиридина (никотиновая кислота, витамин PP и др.).
  - 1.3.3. Гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиридазин, пиримидин, пиазин. Пурин и его производные.

### **Тема 2. Алкалоиды**

- 2.1. Классификация алкалоидов.
- 2.2. Алкалоиды группы пиридина и пипиридина.
- 2.3. Алкалоиды группы хинолина.
- 2.4. Алкалоиды группы тропана.
- 2.5. Алкалоиды группы морфина
- 2.6. Алкалоиды группы пурина.

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 60 часов. Практическая подготовка предусматривает выполнение во время лабораторных работ практических экспериментальных заданий, а также проработку теоретических вопросов органической химии. Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий.



#### **4. 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 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, с использованием ресурсов Интернета для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление отчетов по соответствующим темам выполненных лабораторных работ.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Еженедельный устный опрос (собеседование) с оценкой;
- Сдача теоретического допуска к лабораторной работе и проверка написания отчетов по ним.

Программа курса, вопросы к устному опросу и коллоквиумам выдаются студентам в виде раздаточного материала в печатном или электронном виде (приведены ниже).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена.

#### **5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

##### **5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Для проведения промежуточного контроля формирования компетенции используются:

1. Предоставление оформленных и принятых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчетов по лабораторным работам (компетенция ПК-13);
2. Ответ по билету (компетенция ОПК-1) .

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, Соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в письменной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие зачтенные отчеты 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 представлен на следующее после выполнения работы занятие.

Комплект отчетов по всем выполненным лабораторным работам предоставляется студентом на экзамен для подтверждения сформированности компетенции ПК-13. Наличие и качество оформления предоставленных отчетов учитывается при проведении итоговой аттестации.

**Шкала оценивания отчетов по лабораторным работам**

Зачтено	Отчеты оформлены согласно требованиям п.5, сданы на проверку не позднее, чем в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем занятии).
Не зачтено	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя.

Экзамен проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса, решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. В ходе собеседования рассматриваются ошибки, допущенные студентом при ответах на вопросы экзаменационного билета.

**Шкала оценки при промежуточной аттестации на письменном экзамене**

Оценка		Уровень подготовки
	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»

зачтено	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1. Контрольные вопросы к экзамену

Вопрос	Код формируемой компетенции
1. Строение и химические свойства алканов и циклоалканов (на конкретных примерах). Механизм реакций радикального замещения	ОПК-1
2. Строение, химические свойства и реакционная способность алкенов (на конкретных примерах). Механизм электрофильного присоединения	ОПК-1
3. Строение, химические свойства и реакционная способность алкинов и алкадиенов (на конкретных примерах)	ОПК-1
4. Ароматические углеводороды: строение и химические свойства. Реакции электрофильного замещения с их участием (на конкретных примерах)	ОПК-1
5. Галогенпроизводные углеводородов. Химические свойства и применение. Биологическая активность и воздействие окружающую среду. Реакции нуклеофильного замещения с их участием (на конкретных примерах)	ОПК-1
6. Спирты: строение, химические свойства (на конкретных примерах), биологическая активность	ОПК-1
7. Фенолы: строение и реакционная способность (на конкретных примерах). Применение в медицине	ОПК-1
8. Строение карбонильной группы, химические свойства альдегидов и кетонов. Механизм реакции нуклеофильного присоединения (на конкретных примерах)	ОПК-1
9. Карбоновые кислоты и их производные. Химические свойства и применение (на конкретных примерах)	ОПК-1

10. Оксикислоты как полифункциональные соединения. Строения и химические свойства (на конкретных примерах). Стереизомерия на примере оксокислот. Роль стерических факторов при разработке и синтезе фармацевтических препаратов	ОПК-1
11. Оксокислоты: строение и реакционная способность (на конкретных примерах)	ОПК-1
12. Углеводы: моно-, ди- и полисахариды. Строение и химические свойства (на конкретных примерах). Значение углеводов для процессов жизнедеятельности	ОПК-1
13. Амины и нитросоединения. Строение и реакционная способность (на конкретных примерах). Медицинские препараты на основе ароматических аминов	ОПК-1
14. Аминокислоты: строение и реакционная способность, синтез пептидов (на конкретных примерах).	ОПК-1
15. Гетероциклические соединения. Пяти- и шестичленные гетероциклические ароматические соединения: строение и химические свойства (на конкретных примерах). Гетероциклы в природных соединениях и фармацевтических препаратах	ОПК-1
16. Качественные реакции на непредельные и ароматические углеводороды	ПК-13
17. Методы определения гидроксильной группы в органических и биоорганических соединений	ПК-13
18. Качественные реакции на карбонильную группу в органических молекулах	ПК-13
19. Химические методы анализа карбоновых кислот и их производных	ПК-13
20. Качественные реакции на углеводы, включая моно- и полисахариды	ПК-13
21. Методы определения аминогруппы в составе органических соединений	ПК-13
22. Химические свойства аминокислот и методы их анализа	ПК-13

### 5.2.2. Типовые вопросы для собеседования (устного опроса) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Состояние гибридизации атомов углерода в алканах, алкенах и алкинах
2. Сравните реакционную способность этильного, изопропильного и трет-бутильного радикалов по отношению к  $\pi$ -связи этилена
3. Рассмотрите взаимодействие хлора с метаном
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.
6. Рассмотрите реакции нитрования, сульфохлорирования и сульфирования алканов на примере 2-метилпропана
7. Рассмотрите присоединение бромистого водорода к 2-метилпропену в темноте и при облучении в присутствии пероксида
8. По каким механизмам может протекать полимеризация этилена? Ответ поясните соответствующими уравнениями реакций.

9. Рассмотрите взаимодействие бутин-1 с избытком брома, амидом натрия, с водой в присутствии солей ртути в сернокислой среде
10. Рассмотрите полимеризацию изопрена.
11. Рассмотрите свойства ароматических углеводородов на примере: а) этилбензола; б) 1-метилнафталина; в) антрацена.
12. Приведите пример небензоидных ароматических систем. Какие углеводороды относятся к ароматическим в соответствии с правилом Хюккеля?
13. Полярные ароматические углеводороды и окружающая среда.
14. Сравните химические свойства пиррола, тиофена, фурана и бензола
15. Пиррольный цикл в природных соединениях
16. Сравнение строения и химических свойств пиридина и пиррола
17. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения с участием пиридина
18. Гетероциклы в природных соединениях и физиологически активных веществах
19. Рассмотрите химические свойства спиртов на примере пропанола-2
20. Реакция этерификации на примере взаимодействия пропановой кислоты с этанолом
21. Методы получения и свойства простых эфиров на примере диэтилового эфира
22. Качественные реакции на многоатомные спирты на примере этиленгликоля и глицерина
23. Медико-биологическое значение и практическое применение гидроксилсодержащих соединений
24. Реакции бромирования, нитрования и сульфирования фенола
25. Строение карбонильной группы. Электронные эффекты в карбонильных соединениях на примере пропанола
26. Реакции нуклеофильного присоединения на примере альдегидов и кетонов
27. Электронное строение карбоксильной группы. Факторы, определяющие степень диссоциации карбоновых кислот
28. Жиры. Характеристика строения и химических свойств
29. D- и L-ряды моносахаридов.
30. Строение моносахаридов. Циклические формы. Формулы Фишера и Хеуорса
31. Реакции удлинения и укорачивания цепи на примере альдопентоз
32. Химические свойства моносахаридов
33. Электронное и пространственное строение аминов. Сравнение основности первичных, вторичных и третичных аминов
34. Химические свойства аминокислотной (аминоуксусной) кислоты по карбоксильной группе
35. Рассмотрите реакции 3-аминопропановой кислоты по аминогруппе
36. Пептидная связь. Синтез пептидов

### **5.2.3. Типовые вопросы для собеседования (устного опроса) для оценки сформированности компетенции ПК-13:**

1. С помощью каких реакций можно обнаружить наличие  $\pi$ -связи в углеводородном фрагменте молекулы?
2. С помощью каких реакций можно обнаружить наличие ароматического фрагмента (кольца) в органических молекулах?
3. Приведите качественные реакции на гидроксильную группу в спиртах и фенолах

4. Качественные реакции на многоатомные спирты, включая глицерин
5. С помощью каких реакций можно идентифицировать альдегиды и кетоны?
6. Как можно доказать наличие карбоксильной группы в молекулах органических и биоорганических соединений?
7. С помощью каких химических реакций можно идентифицировать углеводы?
8. Аминогруппа в органических молекулах и способы её обнаружения
9. Качественные реакции на аминокислоты

#### 5.2.4. Типовые вопросы для теста для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Ароматические углеводороды вступают в реакцию с галогенами в присутствии кислот Льюиса по механизму:
  - а) нуклеофильного замещения;
  - б) электрофильного замещения;
  - б) радикального замещения;
  - г) электрофильного присоединения.
25. Спирты при комнатной температуре способны вступать в реакцию:
  - а) с металлическим натрием;
  - б) с гидроксидом натрия (щелочью);
  - в) и с металлическим натрием, и с гидроксидом натрия (со щелочью);
  - г) не вступают в реакцию с указанными соединениями.
3. Фенолы при комнатной температуре способны вступать в реакцию:
  - а) со щелочными металлами, но при этом не реагируют со щелочами;
  - б) со щелочами, но при этом не реагируют со щелочными металлами;
  - в) и со щелочными металлами, и со щелочами;
  - г) не способны вступать в реакцию ни со щелочами, ни со щелочными металлами.

#### 5.2.5. Типовое экзаменационное задание по дисциплине «Органическая химия» для промежуточного контроля сформированности компетенций ПК-13 и ОПК-1:

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)  $\rightarrow$  ? (ПК-13)
2. Алкен (приведена формула) +  $\text{Br}_2$  или  $\text{HBr}$  (или  $\text{HCl}$ ) или  $\text{H}_2\text{O}$  (в кислой среде)  $\rightarrow$  ? (ПК-13)
3. Качественные реакции на непредельные и ароматические углеводороды (ПК-13)
4. 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  $\text{FeBr}_3$ )  $\rightarrow$  ? (ПК-13)
5. Галогенпроизводное углеводорода (приведена формула) +  $\text{H}_2\text{O}$  (в щелочной среде) или  $\text{HCN}$  (в щелочной среде)  $\rightarrow$  ? (ПК-13)

6. Спирт (приведена формула) + карбоновая кислота (приведена формула) (*при нагревании в кислой среде*) → ? (ПК-13)
7. Альдегид + аммиак (или амин или гидроксилламин или фенилгидразин) или альдольная конденсация на примере альдегида или кетона → ? (ПК-13)
8. Карбоновая кислота (приведена формула) + ? → ангидрид (*или хлорангидрид*) (ПК-13)
9. Приведите пример реакции нитрования (*или сульфирования*) с участием пиррола (*или тиофена, или фурана, или пиридина*) (ОПК-1)
10. Приведите пример восстанавливающей (*или невосстанавливающей*) биозы (дисахарида) и напишите реакцию гидролиза с ее участием (ОПК-1)
11. Рассмотрите оптическую изомерию органических соединений на примере аминокислот (*или строение аминокислоты в кислой, нейтральной или щелочной среде*) и отношение α-, β- и η- аминокислот к нагреванию. (ОПК-1)
12. Приведите открытую и циклическую (полуацетальную) форму для любой альдогексозы и рассмотрите ее реакцию с метанолом (*или йодистым метилом, или фенолом, или ангидридом карбоновой кислоты*) (ОПК-1)
13. Рассмотрите реакцию удлинения (*или укорачивания*) цепи на примере альдопентозы
14. Рассмотрите образование пептидной связи на примере аминокислотной кислоты (*α-аминопропионовой кислоты или α-аминоуксусной кислоты*), в том числе с защитой соответствующих функциональных групп (ОПК-1)
15. Приведите реакцию синтеза любого сульфаниловой кислоты или любого сульфамидного препарата (ОПК-1)

\* Каждый экзаменационный билет (приведены в приложении к Фонду оценочных средств) включает 12-15 приведенных выше вопросов (заданий), охватывающих все разделы органической химии и характеризующих химические свойства *конкретных* органических соединений. При этом в заданиях экзаменационного билета приведены формулы *конкретных* соединений, на примере которых необходимо написать указанные реакции.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

а) основная литература:

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 экз. в библиотеке ННГУ)

Грандберг И. И. Органическая химия / Грандберг И. И., Нам Н. Л. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-9403-3. <https://elib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783969&idb=0>

Артеменко А. И. Органическая химия : учебник / Артеменко А. И. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 540 с. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-507-45412-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=882911&idb=0>.

Гавриченко С.С. Органическая химия : учебное пособие / Гавриченко С.С. - Москва : РИПО, 2021. - 266 с. - ISBN 978-985-7253-85-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=869743&idb=0>.

б) дополнительная литература:



Шабаров Ю. С. - Органическая химия: учеб. для вузов. Ч. 1. - М.: Химия, 1994. - 499 с. (50 экз. в библиотеке ННГУ).

Шабаров Ю. С. - Органическая химия: учеб. для вузов. Ч. 2. - М.: Химия, 1994. - 348 с. (52 экз. в библиотеке ННГУ).

в) Интернет-ресурсы: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>.  
 ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>. ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>.  
 Научная электронная библиотека «Е-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Руководство к практическим занятиям по биоорганической химии. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2019. – 48 с. (300 экз.).

Гришин Д.Ф. Введение в теоретические основы органической и биоорганической химии. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2020. - 24 с. (150 экз.).

Колякина Е.В., Павловская М.В. Номенклатура органических соединений. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2021. - 47 с. (150 экз.).

Гришин Д.Ф., Павловская М.В., Гришин И.Д. Руководство к лабораторным и практическим занятиям по органической химии. Н.Новгород. Из-во ННГУ. 2022. – 42 с. (250 экз.).

Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Руководство к практическим занятиям по биоорганической химии. Н.Новгород: Из-во ННГУ. 2019. - 48 с. (300 экз.)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью. Для проведения занятий лекционного и семинарского типа имеются демонстрационное оборудование (доска, мультимедийное оборудование, включая проектор и ноутбук).

Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – лаборатория, оснащенная современным оборудованием: вытяжные шкафы; стеклянная посуда и установки, электронагревательные приборы, рефрактометры, аналитические и технические весы, термостаты, химические реактивы и т.п. Имеются помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО/ОС ННГУ.

Автор:

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

Заведующий кафедрой химии нефти (нефтехимического синтеза),  
 д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН \_\_\_\_\_ Гришин Д.Ф.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института биологии и биомедицины «06» сентября 2022 года, протокол № 1.