

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  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Органическая химия**

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Направление подготовки / специальность

**06.03.01 Биология**

Профиль подготовки

**Биология (общий профиль)**

Квалификация (степень)

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Нижегород  
2022

## 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.15 Общая химия является обязательной дисциплиной в ООП направления подготовки 06.03.01 Биология (общий профиль).

### 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;
- формирования представлений о воздействии органических соединений на окружающую среду.

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 «Биохимия».

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

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**	
ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии,	ОПК-6.1 Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований;	<i>Знает:</i> имеет представление о строении органических соединений различных классов, знать и понимать взаимосвязь строения и реакционной способности органических соединений	Практическое задание, контрольная работа

<p>применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>	<p>ОПК-6.2 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности;</li> </ul>	<p><i>Умеет</i> классифицировать органические соединения в зависимости от их строения и реакционной способности</p>	<p>Собеседование, коллоквиум</p> <p>Экзаменационное задание</p>
	<p>ОПК-6.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p><i>Владеет</i> навыками синтеза и анализа углеводов и их производных, навыками идентификации и анализа пространственного строения органических молекул</p>	
<p>ОПК-8. Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.</p>	<p>ОПК-8.1 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики;</li> </ul>	<p><i>Знает</i> правила и принципы работы лабораторного оборудования для синтеза и анализа углеводов, правила представления результатов лабораторных исследований и составления по ним отчета</p>	<p>Отчет по лабораторным работам</p>
	<p>ОПК-8.2 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы;</li> </ul>	<p><i>Умеет</i> составить отчет по лабораторным исследованиям в области органической химии, включающий представление и анализ экспериментальных данных.</p>	

	<p>ОПК-8.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</li> </ul>	<p><i>Владеет</i> навыками составления отчетов по лабораторным исследованиям, включающий представление и анализ экспериментальных данных</p>	
--	--	--	--

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

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>86</b>
- занятия лекционного типа	28
- лабораторные работы	56
<b>самостоятельная работа</b>	<b>22</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),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Раздел I.	8	2	4	6	2
Раздел II.	30	6	18	24	6
Раздел III.	42	10	26	36	6
Раздел IV.	26	6	14	20	6
Раздел V.	10	4	4	8	2
В т.ч. текущий контроль	2				
Промежуточная аттестация – экзамен, 36 часов					

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. 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, экологии и 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, рентгеноструктурный 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. Небензоидные ароматические системы.
- 3.5. Канцерогенные свойства некоторых ароматических углеводородов и их производных. Экологические аспекты производства и утилизации ароматических углеводородов.

### 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-элементароргаников.
- 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, магнием и органическими 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 и окружающая среда.

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 полиамидное 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.

8.7. Карбоновые кислоты и окружающая среда.

#### 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 асимметрическом 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, тиафена. 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. Тиафен 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 РР 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.

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение во время лабораторных работ практических заданий, написание тестов.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 56 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

**Практических навыков** в соответствии с направленностью программы.

Выполнение научно-исследовательских задач профессиональной деятельности:

- Участие в планировании, проведении и представлении результатов фундаментальных и практических научных исследований по актуальным проблемам в соответствующей области знания

## Компетенций

**ОПК-6.** Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

**ОПК-8.** Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.

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 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, 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.

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

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	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 ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения	Продemonstrированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи с	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи.

	вследствие отказа обучающегося от ответа	умения.  Имели место грубые ошибки.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	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 представляется на следующее после выполнения работы занятие.

### **Шкала оценивания отчетов по лабораторным работам**

Примечание: Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются.

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).
Незачтено	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.

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

1. Предоставление оформленных и принятых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчетов по лабораторным работам;
2. Ответ по билету.

<b>Оценка</b>	<b>Уровень подготовки</b>
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. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы*.
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки коллоквиумы.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Плохо	Студент отказался отвечать на экзаменационный билет.

\*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчета.

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

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
1. Строение и химические свойства алканов и циклоалканов (на конкретных примерах). Механизм реакций радикального замещения	ОПК-6
2. Строение, химические свойства и реакционная способность алкенов (на конкретных примерах). Механизм электрофильного присоединения	ОПК-6
3. Строение, химические свойства и реакционная способность алкинов и алкадиенов (на конкретных примерах)	ОПК-6
4. Ароматические углеводороды: строение и химические свойства. Реакции электрофильного замещения с их участием (на конкретных примерах)	ОПК-6
5. Галогенпроизводные углеводородов. Химические свойства и применение. Биологическая активность и воздействие окружающую среду. Реакции нуклеофильного замещения с их участием (на конкретных примерах)	ОПК-6
6. Спирты: строение, химические свойства (на конкретных примерах), биологическая активность	ОПК-6
7. Фенолы: строение и реакционная способность (на конкретных примерах). Применение в медицине	ОПК-6
8. Строение карбонильной группы, химические свойства альдегидов и кетонов. Механизм реакции нуклеофильного присоединения (на конкретных примерах)	ОПК-6
9. Карбоновые кислоты и их производные. Химические свойства и применение (на конкретных примерах)	ОПК-6
10. Оксикислоты как полифункциональные соединения. Строения и химические свойства (на конкретных примерах). Стереизомерия на примере оксикислот	ОПК-6
11. Оксикислоты: строение и реакционная способность (на конкретных примерах)	ОПК-6
12. Углеводы: моно-, ди- и полисахариды. Строение и химические свойства (на конкретных примерах)	ОПК-6
13. Амины и нитросоединения. Строение и реакционная способность (на конкретных примерах). Медицинские препараты на основе ароматических аминов	ОПК-6
14. Аминокислоты: строение и реакционная способность, синтез пептидов (на конкретных примерах)	ОПК-6
15. Гетероциклические соединения. Пяти- и шестичленные гетероциклические ароматические соединения: строение и химические свойства (на конкретных примерах). Гетероциклы в природных соединениях	ОПК-6

### 5.2.2. Вопросы для контроля, устного опроса и коллоквиумов для оценки сформированности компетенции ОПК-6

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).
11. Ароматические углеводороды: механизм электрофильного замещения. Влияние заместителей.
12. Моно- и полиядерные ароматические углеводороды и окружающая среда.
13. Галогенпроизводные углеводородов: классификация, получение, химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения.
14. Фреон и другие галогенпроизводные углеводородов и окружающая среда.
15. Предельные одноатомные спирты: классификация, номенклатура, методы получения. Строение спиртов, ассоциация. Химические свойства.
16. Фенол: получение, электронные эффекты, химические свойства.
17. Карбонильные соединения: Классификация, номенклатура, методы получения, изомерия. Электронные эффекты в карбонильной группе.
18. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах: общая схема, присоединение цианистого водорода, бисульфита натрия, воды, спирта, магнийорганических соединений. Реакция гидрирования карбонильных соединений.
19. Реакции карбонильных соединений с аммиаком, гидроксиламином, фенилгидразином. Конденсация карбонильных соединений (механизм при щелочном катализе). Реакции, отличающие альдегиды от кетонов.
20. Предельные одноосновные карбоновые кислоты: номенклатура, методы получения, строение карбоксильной группы. Влияние строения органического радикала на степень диссоциации.
21. Химические свойства одноосновных карбоновых кислот: образование солей, амидов, эфиров, нитрилов, ангидридов, реакции с участием органического радикала.
22. Непредельные карбоновые кислоты (акриловая и метакриловая): строение, номенклатура, методы получения, химические свойства.
23. Алифатические амины: строение, номенклатура, изомерия, методы получения и химические свойства. Амины как основания.
24. Анилин: получение, химические свойства, электронные эффекты в молекуле
25. Соединения со смешанными функциями. Оксикислоты. Изомерия. Методы получения. Химические свойства по гидроксильной и карбоксильной группам. Отдельные представители: гликолевая кислота, молочная кислота, яблочная кислота, винные кислоты. Оптическая изомерия. Понятие об асимметрическом атоме углерода. Антиподы, диастереоизомеры и мезоформа. Проекционные формулы Фишера. Способы разделения рацематов.
26. Пировиноградная кислота как представитель кетокислот: получение и свойства, биологическое значение.
27. Углеводы. Классификация. Строение и свойства моносахаридов, полиоксиальдегидов на примере глюкозы. Таутомерные формы: пиранозные и фуранозные циклы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Конформация глюкопиранозы. Явление мутаротации. Глюкозидный гидроксил. Гликозиды и их получение. Стереизомерия глюкозы, D- и L- ряды. Химические свойства: реакции карбонильной группы: окисление, восстановление, образование озаонов. Реакции

спиртовых гидроксильных групп. Удлинение и укорочение цепи сахаров. Принципы установления структуры моносахаридов.

28. Дисахариды: принципы строения дисахаридов, восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Отдельные представители: сахароза, мальтоза, лактоза. Строение, свойства, нахождение в природе.
29. Полисахариды. Крахмал. Его составные части – амилоза и амилопектин. Свойства. Применение. Целлюлоза: строение, получение, свойства. Применение целлюлозы в технике: целлулоид, пироксилин. Получение ацетатного и вискозного шёлка.
30. Аминокислоты. Строение, методы получения, изомерия, номенклатура. Аминокислоты как биполярные ионы. Изоэлектрическая точка. Химические свойства по амино- и карбоксильным группам. Отношение к нагреванию, образование хелатных соединений при взаимодействии с солями металлов.
31. Белки. Пептиды, пептидная связь. Синтез пептидов и расщепление белков. Понятие о составе и строении белков. Принципы определения первичной структуры белка.  $\alpha$ - и  $\beta$ -структуры. Третичная и четвертичная структуры белка. Классификация белков. Протеины и протеиды. Химические свойства белков: денатурация, биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, цистеиновая реакция, осаждение белков.
32. Жиры. Жиры как природные объекты. Строение жиров. Химические свойства: гидролиз, восстановление, отверждение жиров. Мыла и моющие средства.
33. Гетероциклические соединения. Классификация. Номенклатура.
34. Пятичленные гетероциклы. Строение. Получение. Ароматический характер. Реакции электрофильного ароматического замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование, меркурирование. Реакции присоединения. Реакция диенового синтеза. Окисление. Отдельные представители: фуран, фурфурол, тиофен, пиррол.
35. Пиррольный цикл в природных соединениях. Порфин. Порфирины. Гемоглобин, хлорофилл. Индол. Производные индола: триптофан, серотонин, индолилуксусная кислота. Индиго.
36. Шестичленные гетероциклические соединения. Пиридин. Строение. Методы получения. Химические свойства. Свойства пиридина как основания. Реакция электрофильного замещения. Хинолин.
37. Алкалоиды. Общая классификация. Алкалоиды группы пиридина и пиперидина. Кониин. Никотин. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Алкалоиды группы тропана. Атропин. Кокаин. Алкалоиды группы морфина. Морфин. Кодеин. Алкалоиды группы пурина. Пурин. Кофеин.

### **5.2.3. Вопросы по основным темам курса для оценки сформированности компетенции ОПК-6:**

*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 сернокислой среде
5. Рассмотрите полимеризацию изопрена. Приведите формулу изопрена и гуттаперчи
6. Рассмотрите свойства ароматических углеводов на примере:
  - а) этилбензола; б) 1-метилнафталина; в) антрацена.
7. Приведите пример небензоидных ароматических систем. Какие углеводороды относятся к ароматическим?
8. Полиядерные ароматические углеводороды и окружающая среда.

*Тема: Галогенпроизводные углеводов.*

1. Приведите формулу 2-бром-2-метилбутана и рассмотрите его взаимодействие с водным и спиртовым растворами гидроксида калия
2. Сравните реакционную способность бромистого циклогексана 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 бутилбромида и метилбромида с металлическим натрием
5. Фреоны и другие галогенпроизводные углеводов и их воздействие на окружающую среду

*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
6. Качественные реакции на многоатомные спирты.
7. Медико-биологическое значение и практическое применение гидроксилсодержащих соединений

*Тема: Фенолы.*

1. Сравнить реакционную способность гидроксильной группы в фенолах и одноатомных алифатических спиртах
2. Реакции бромирования, нитрования и сульфирования фенола
3. Фенолформальдегидные смолы
4. Воздействие фенолов и их производных на человека и окружающую среду

*Тема: Карбонильные соединения.*

1. Строение карбонильной группы. Электронные эффекты в карбонильных соединениях на примере пропанала
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-метилпропанала
6. Химические свойства непредельных альдегидов на примере акролеина (пропен-2-аль)



7. Реакционная способность бензальдегида
8. Хиноны. Характеристика строения и химических свойств

*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
6. Реакции поликонденсации на примере адипиновой кислоты и ее производных
7. Акриловая, метакриловая кислоты и их производные в синтезе полимеров
8. Взаимодействие непредельных карбоновых кислот с галогеноводородами
9. Стереоразнообразие на примере винных кислот

*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 гликозидного гидроксильных
5. Химические свойства моносахаридов на примере арабинозы
6. Сравнение строения и реакционной способности восстанавливающих и невосстанавливающих биоз

*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-ламина; 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
6. Сульфамидные препараты

*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 аминуксусной кислоты по карбоксильной группе
4. Реакции 3-аминопропановой кислоты по аминогруппе
5. Пептидная связь. Синтез полипептидов
6. Качественные реакции на аминокислоты

*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
6. Гетероциклы в природных соединениях и физиологически активных веществах

#### 5.2.4. Типовое экзаменационное задание по дисциплине «Органическая химия» для оценки сформированности компетенции ОПК-6

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 (или  $\alpha$ -аминопропионовой кислоты или  $\alpha$ -аминоуксусной кислоты), в том числе с защитой соответствующих функциональных групп
16. Органические соединения и окружающая среда

\* Каждый экзаменационный билет (приведены в приложении к Фонду оценочных средств) включает 12-16 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 (модуля) «Органическая химия»

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)

Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие/Иванов В. Г., Гева О. Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 222 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=459210>.

Органическая химия. Части III-IV: Учебное пособие / Горленко В.А., Кузнецова Л.В., Яныкина Е.А. - М.:МПГУ, 2012. - 414 с. Доступно на ЭБС «Знаниум». Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=757103>.

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 «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

## **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, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук)). Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – лаборатория, оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; стеклянная посуда и установки, электронагреватели, 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 ОС ННГУ

### **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 Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.