

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Органическая химия»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Органическая химия» являются знакомство студентов с основами науки об органических соединениях и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо биологу, независимо от его последующей специализации.

Данный курс дает студентам представления об органических веществах, представляющих собой различные соединения углерода, их классификации и важнейших представителях, строении, способах синтеза и их основных химико-физических свойствах.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Органическая химия» относится к обязательной части образовательной программы Блока 1 (Б1.О.31).

Курс тесно связан и опирается на такие дисциплины, как неорганическая, а также физика и математика.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для освоения материала по курсу «Биохимия», выполнения выпускной работы, в научно-производственной и проектной деятельности, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Биология».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-6</b> Способен использовать базовые знания в области математики, физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной и социальной деятельности, нести ответственность за свои решения.	<b>ОПК-6.1</b> Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований.	<b>Знать:</b> - основные концепции и методы, современные направления органической химии и перспективы междисциплинарных исследований;
	<b>ОПК-6.2</b> Умеет: - использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> - основы техники проведения лабораторных работ, основные методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> - использовать навыки лабораторной работы и методы органической химии в профессиональной деятельности.

	<p><b>ОПК-6.3</b> Владеет: - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные методы статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> - эффективно использовать методы статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>
<p><b>ОПК-8</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты</p>	<p><b>ОПК-8.1</b> Знает: - основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные типы синтетического и аналитического лабораторного оборудования.</p>
	<p><b>ОПК-8.2</b> Умеет: - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</p>	<p><b>Знать:</b> - современные тенденции развития научных идей, - способы планирования решения поставленной задачи, выбора и модификации методических приемов. <b>Уметь:</b> - анализировать и критически оценивать развитие научных идей в области органической химии, на основе имеющихся ресурсов с привлечением знаний органической химии составить план решения поставленной задачи, выбирать и модифицировать методические приемы.</p>

	<p><b>ОПК-8.3</b>  Владеет:  - 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.</p>	<p><b>Знать:</b>  - принципы работы современного аналитического оборудования, используемого для проведения полевых и лабораторных исследований;  - методы обоснования поставленных задач в контексте современного состояния проблемы;  - методы оценивания гипотез и обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>Уметь:</b>  - использовать современное оборудование в полевых и лабораторных условиях;  - грамотно обосновывать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы;  - использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных;  - адекватно оценивать достоверность и значимость полученных результатов;  - представлять результаты исследований широкой аудитории и вести дискуссию.</p> <p><b>Владеть:</b>  - навыками использования современного синтетического и аналитического оборудования в лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</p>
--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			Лекции	Лабораторные	Консультации	Аттестационные испытания			
1	Введение. История развития представлений о строении органического вещества. Типы и энергия связей. Номенклатура. Классификация органических соединений и реакций	2	2	3	1		4	Задания для СР. СР № 1. Отчет о ЛР.	
2	Алканы. Циклоалканы. Алкены. Диены	2	2	3	1		4	Задания для СР. СР № 2. Отчет о ЛР.	
3	Алкины. Ароматические соединения	2	2	3	1		4	Задания для СР. СР № 3. Отчет о ЛР.	
4	Получение и химические свойства аренов	2	2	3	1		4	Задания для СР. СР № 4. Отчет о ЛР.	
5	Галогенорганические соединения	2	2	3	0.5		4	Задания для СР. СР № 5. Отчет о ЛР.	
6	Спирты и фенолы	2	2	3	0.5		4	Задания для СР. СР № 6. Отчет о ЛР.	
7	Альдегиды. Кетоны	2	2	3	0.5		4	Задания для СР. СР № 7. Отчет о ЛР.	
8	Карбоновые кислоты	2	2	3	0.5		4	Задания для СР. СР № 8. Отчет о ЛР.	
9	Нитро- и аминосоединения	2	2	3	0.5		2	Задания для СР. СР № 9. Отчет о ЛР.	
10	Гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы	2	2	3	0.5		2	Задания для СР. СР № 10. Отчет о ЛР.	
11	Гетероциклические соединения. Шести- и семичленные гетероциклы	2	2	10	1		4	Задания для СР. СР № 11 Отчет о ЛР.	
						0,3	4,7	Зачет	
	<b>Всего</b>		<b>22</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>44,7</b>		

СР – самостоятельная работа; ЛР – лабораторная работа

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. История развития представлений о строении органического вещества. Типы и энергия связей. Номенклатура. Классификация органических соединений и реакций	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Алканы. Циклоалканы. Алкены. Диены	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Алкины. Ароматические соединения	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Получение и химические свойства аренов	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Галогенорганические соединения	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Спирты и фенолы	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Альдегиды. Кетоны	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Карбоновые кислоты	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
9	Нитро- и аминосоединения	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
10	Гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы	2			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
11	Гетероциклические соединения. Шести- и семичленные гетероциклы	2			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				<b>33</b>				

## Содержание разделов дисциплины

### 1. Введение

1.1 Введение. История науки. Важнейшие причины выделения органической химии в отдельную науку.

1.2. Типы химической связи в органических соединениях. Энергия связи.

1.3 Классификация и номенклатура органических соединений.

1.4. Классификация органических реакций

1.5 Электронные (индуктивный, мезомерный) и пространственные эффекты.

ЛР № 1. Открытие (обнаружение) углерода пробой на обугливание.

ЛР № 2. Открытие углерода и водорода в сахарозе.

ЛР № 3. Открытие азота в мочеvine.

ЛР №4. Открытие галоидов в органических соединениях (Проба Бейльштейна на галогены).

ЛР № 5. Горение сахарозы.

### 2. Алканы, циклоалканы, алкены и диены

2.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства алканов

2.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства циклоалканов

2.3. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства алкенов

2.4. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства диенов.

ЛР №1. Получение метана и исследование его свойств.

ЛР №2. Свойства высших предельных углеводов.

ЛР № 3. Свойства жидких алкенов.

ЛР № 4. Радуга из томатного сока (реакция брома с ликопином).

ЛР № 5. Взаимодействие  $\alpha$ -пинена с йодом.

### 3. Алкины, арены.

3.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства алкинов

3.2. Строение и номенклатура аренов.

ЛР № 1. Получение ацетилена и исследование его свойств.

ЛР № 2. Получение ацетиленидов металлов.

### 4. Получение и химические свойства аренов.

4.1. Получение бензола и его производных.

4.2. Реакции аренов. Ароматическое электрофильное и нуклеофильное замещение. Реакции боковых цепей. Реакции присоединения к ароматическому кольцу.

ЛР №1. Изучение свойств бензола.

ЛР № 2. Нитрование бензола.

ЛР № 3. Бромирование толуола.

ЛР № 4. Отношение ароматических углеводов к окислителям.

### 5. Галогенорганические соединения

5.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства алкилгалогенидов.

5.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства галогенаренов.

ЛР № 1. Получение хлорэтана.

ЛР №2. Образование хлороформа из хлораля.

ЛР № 3. Свойства хлороформа.

ЛР № 4. Цветная реакция на тригалогенпроизводные (хлороформ, йодоформ, бромоформ)

ЛР № 5. Получение йодоформа из этанола.

## **6. Кислородсодержащие органические соединения. Спирты и фенолы**

6.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства спиртов.

6.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства фенолов.

ЛР № 1. Растворимость спиртов, отношение их к индикаторам, горение.

ЛР № 2а,б. Окисление этанола.

ЛР № 2в. Окисление спирта перманганатом калия.

ЛР № 3. Получение сложного эфира

ЛР № 4. Получение этилового эфира борной кислоты.

ЛР № 5. Качественная реакция на многоатомные спирты. Получение глицерата меди.

ЛР № 6. Растворимость фенолов в воде и их кислотные свойства.

ЛР № 7. Синтез и разложение фенолята натрия.

ЛР № 8. Получение трибромфенола.

ЛР № 9. Цветная реакция на фенолы.

ЛР № 10. Индофенольная проба.

ЛР № 11. Окисление фенолов кислородом воздуха.

## **7. Кислородсодержащие органические соединения. Альдегиды и кетоны**

7.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства альдегидов

7.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства кетонов.

ЛР № 1. Качественные реакции на альдегидную группу.

ЛР № 2. Цветная реакция на формальдегид с резорцином.

ЛР № 3. Взаимодействие карбонильных соединений с фуксинсернистой кислотой (реакция Шиффа).

ЛР № 4. Йодоформная реакция кетонов.

ЛР № 5. Высаливание ацетона из водного раствора.

ЛР №6. Цветная реакция на кетоны с натрия нитропруссидом.

## **8. Кислородсодержащие органические соединения. Карбоновые кислоты**

8.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства одноосновных карбоновых кислот

8.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства многоосновных карбоновых кислот.

ЛР № 1. Растворимость карбоновых кислот.

ЛР № 2. Кислотные свойства карбоновых кислот.

ЛР № 3. Разложение муравьиной кислоты при нагревании с конц. серной кислотой.

ЛР № 4. Образование и гидролиз ацетата железа (III).

ЛР № 5а Образование нерастворимых солей высших жирных кислот.

ЛР № 5б Получение солей винной и лимонной кислот.

ЛР № 6 Качественная цветная реакция на винную кислоту.

ЛР № 7. Взаимодействие изоамилового спирта с уксусной кислотой.

## **9. Нитро- и аминосоединения**

9.1 Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства ароматических нитросоединений.

9.2 Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства ароматических аминосоединений.

ЛР № 1. Растворимость анилина и его солей в воде. Основные свойства анилина.

ЛР №2. Взаимодействие анилина с бромной водой.

ЛР № 3. Окисление анилина

ЛР № 4. Взаимодействие дифениламина с азотной кислотой.

ЛР № 5. Восстановление 4-нитрохлорбензола хлоридом титана (III).



## **10. Гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы**

10.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства пятичленных гетероциклов.

10.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства конденсированных производных пятичленных гетероциклов.

ЛР № 1. Экстракция лимонена перегонкой с паром.

ЛР № 2. Природные индикаторы. Краснокочанная капуста.

## **11. Гетероциклические соединения. Шестичленные гетероциклы**

11.1. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства шестичленных гетероциклов.

11.2. Строение, номенклатура, способы получения, физические и химические свойства конденсированных производных шестичленных гетероциклов.

ЛР № 1. Реакция кватернизации пиридина.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением мультимедийных приложений. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, уже знакомых из смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

**Лабораторные занятия** – выполнение лабораторной работы обеспечивает закрепление полученных теоретических знаний, обеспечивает освоение навыков самостоятельной лабораторной работы. Формулировка выводов по полученным результатам учит умению анализировать и обобщать полученные экспериментальные данные, развивает логическое мышление.

**Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения будут задействованы аудитории, оборудованные для проведения лекций, лабораторных занятий, консультаций, фонд библиотеки, синтетическое и аналитическое оборудование, компьютерная техника. Для обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине преподавателями кафедры разработаны и изданы специальные методические указания, описания выполняемых лабораторных работ (см. перечень основной и дополнительной учебной литературы).

**Электронный учебный курс «Органическая химия»** в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- при необходимости может осуществляться проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;

- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- представлена информация о формах синхронного и асинхронного взаимодействия между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Ч. 1. - Б.м.: Б.и., 2009. - 567 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=642957&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=642957&cat_cd=YARSU)
2. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Ч. 2.. - Б.м.: Б.и., 2009. - 623 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=643328&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643328&cat_cd=YARSU)
3. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Ч. 3. - Б.м.: Б.и., 2010. - 544 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=680219&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=680219&cat_cd=YARSU)
4. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Ч. 4. - Б.м.: Б.и., 2009. - 726 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=643384&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643384&cat_cd=YARSU)

##### **б) дополнительная литература**

1. Артеменко А.И. Органическая химия: учеб. пособие для вузов / А.И. Артеменко. - М.: Высшая школа, 2005. - 605 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=357465&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=357465&cat_cd=YARSU)

#### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

Доцент института фундаментальной  
и прикладной химии, к.х.н.



Р.С. Бегунов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Органическая химия»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

**Задания по теме № 1 «Введение»**

1. Раздел 1.1. Опишите основные этапы развития представлений о строении органического вещества.
2. Раздел 1.2. Какие типы химических связей характерны для органических соединений?
3. Раздел 1.3. На какие классы делят органические соединения? Назовите правила, по которым образуются названия органических соединений, согласно разным систем номенклатуры
4. Раздел 1.4. Назовите принципы классификации реакций органических веществ
5. В чем отличия в мезомерном и индуктивном эффектах заместителя в органическом соединении.

**Задания по теме № 2 «Алканы, циклоалканы, алкены и диены»**

- Раздел 2.1. Какие химические реакции характерны для алканов?
- Раздел 2.2. Как влияет строение циклоалканов на их реакционную способность?
- Раздел 2.3. Сравните, какие реакции в отличие от алканов, являются характерными для алкенов
- Раздел 2.4. Химические свойства, каких диенов, схожи с химическими свойствами алкенов?

**Задания по теме № 3. Алкины, арены**

- Раздел 3.1. Опишите, какие реакции в отличие от алканов и алкенов, являются характерными для алкинов
- Раздел 3.2. Опишите критерии ароматичности.

**Задания по теме № 4. Получение и химические свойства аренов**

- Раздел 4.1. Опишите лабораторные и промышленные способы получения бензола и его производных.
- Раздел 4.2. Каким образом энергия резонанса влияет на реакционную способность непредельных соединений.

**Задания по теме 5. Галогенорганические соединения**

- Раздел 5.1. Опишите механизм реакции нуклеофильного замещения при насыщенном атоме углерода алкилгалогенидов.
- Раздел 5.2. Опишите механизм реакции активированного и неактивированного ароматического нуклеофильного замещения в галогенаренах.

**Задания по теме 6. Кислородсодержащие органические соединения. Спирты и фенолы**

- Раздел 6.1. Какие типы спиртов наиболее часто встречаются в живой природе? Какие функции они выполняют?
- Раздел 6.2. В чем заключается основное отличие в химических свойствах спиртов и фенолов?

**Задания по теме 7. Кислородсодержащие органические соединения. Альдегиды и кетоны**

Раздел 7.1. В чем заключается основное отличие в химических свойствах альдегидов от кетонов?

Раздел 7.2. Опишите качественные реакции на кетоны

### **Задания по теме 8. Кислородсодержащие органические соединения. Карбоновые кислоты**

Раздел 8.1. Опишите роль карбоновых кислот в природе

Раздел 8.2. В чем заключается основное отличие в химических свойствах одноосновных и многоосновных карбоновых кислот?

### **Задания по теме 9. Нитро- и аминосоединения**

Раздел 9.1. Какие известны нитрующие системы для проведения реакции в кислой и нейтральной среде?

Раздел 9.2. Опишите механизм реакции восстановления нитросоединений до аминов в основной и кислой среде.

### **Задания по теме 10. Гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы**

Раздел 10.1. Опишите в состав, каких биомолекул входят пятичленные гетероциклы.

Раздел 10.2. В чем заключается отличие в химических свойствах пятичленных гетероциклов по сравнению с их конденсированными производными?

### **Задания по теме 11. Гетероциклические соединения. Шестичленные гетероциклы**

Раздел 11.1. Опишите в состав, каких витаминов и ферментов входят шестичленные гетероциклы?

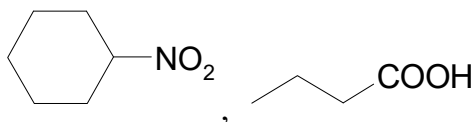
Раздел 11.2. В чем заключается отличие в химических свойствах шестичленных гетероциклов по сравнению с их конденсированными производными?

## **Самостоятельная работа № 1**

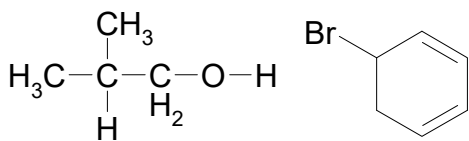
*(проверка сформированности ОПК-6, индикатор ИД-ОПК-6.1)*

### **Примеры заданий:**

1. Основные положения теории радикалов
2. Ионная связь. Примеры
3. К какому ряду и классу относятся следующие соединения?



4. Назовите по систематической номенклатуре следующие соединения



5. Классификация реакций по типу превращения субстрата

### **Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## Самостоятельная работа № 2

(проверка сформированности ОПК-6, индикатор ИД-ОПК-6.2)

1. Изомерия алканов
2. Какие химические реакции характерны для алкенов? Примеры
3. Изомерия алкадиенов
4. Какие химические реакции характерны для циклоалканов? Примеры
5. Какой из возможных продуктов дегидрохлорирования 3-хлоргептана будет образовываться? Объясните

### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## Самостоятельная работа № 3

(проверка сформированности ОПК-6, индикатор ИД-ОПК-6.2)

1. Каким индуктивным эффектом обладают заместители в хлорацетилене и метилацетилене
2. Назовите следующие соединения  
$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
3. В каких реакциях алкины более активны, чем алкены? Приведите примеры
4. Нарисуйте схему механизма нуклеофильного присоединения спиртов к алкинам.
5. Химические критерии ароматичности

### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## Самостоятельная работа № 4

(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)

1. Какие способы синтеза бензола и его производных используются в промышленности? Назовите эти реакции
2. В чем отличие химических свойств аренов от несопряженных непредельных соединений. Какие типы химических реакций характерны для аренов?
3. Опишите схему механизма реакции ароматического электрофильного замещения

4. Какие заместители являются *para*-, *ortho*-ориентантами в реакции ароматического электрофильного замещения? Объясните
5. Какие заместители облегчают реакции ароматического нуклеофильного замещения? Объясните

**Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

**Самостоятельная работа № 5**

*(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)*

1. Опишите основные способы синтеза галогеналканов.
2. Опишите основные способы синтеза галогеналкенов.
3. Химические свойства галогеналканов.
4. В каких галогенаренах будет легче замещаться атом галогена а) 4-нитро-1-фторбензоле, б) 2,4-динитро-1-хлорбензоле, в) 4-нитро-1-хлорбензоле?
5. В каких галогенаренах будет наблюдаться согласованная ориентация при нитровании: а) 1,4-дихлорнитробензол, б) 1,3-дихлорнитробензол, в) 4-нитро-1-хлорнитробензол?

**Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

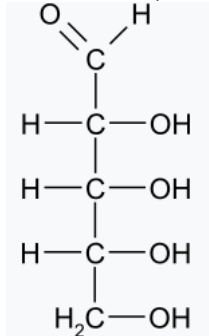
Максимальное количество баллов за работу – 10.

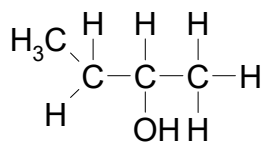
Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

**Самостоятельная работа № 6**

*(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)*

1. В состав, каких биологически важных веществ, входит данное соединение?





2. Назовите спирт:
3. Сколько изомеров по расположению гидроксигруппы будет иметь бутанол?
4. Какие из триглицеридов входят в состав животных жиров?
5. Наличие, каких функциональных групп будет способствовать увеличению кислотных свойств фенолов?

**Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

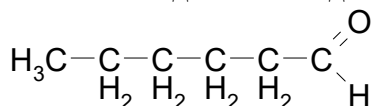
Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

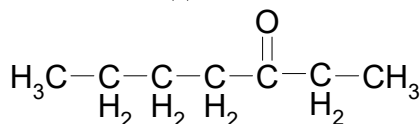
**Самостоятельная работа № 7**

*(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)*

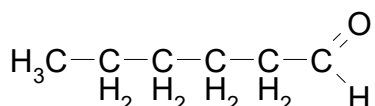
1. Назовите данный альдегид



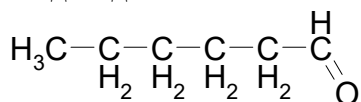
2. Назовите данный кетон



3. Какое соединение будет получено при восстановлении с помощью  $\text{NaBH}_4$  данного кетона? Назовите.



4. Какое соединение будет получено при восстановлении с помощью  $\text{NaBH}_4$  данного альдегида? Назовите.



5. Для реакции альдегидов с какими нуклеофилами необходимо проведение кислотного катализа:

**Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

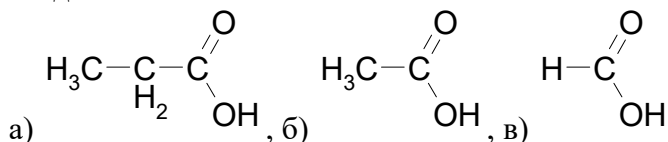


«неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

### Самостоятельная работа № 8

(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)

1. Из какого соединения легче всего в реакции окисления получить карбоксильные соединения: спирта, алкана или альдегида? Объясните
2. Расположите в ряд по возрастанию кислотных свойств следующие карбоксильные соединения:



3. В чем заключается отличие химических свойств карбоновых кислот от альдегидов? Объясните.
4. В чем заключается отличие химических свойств карбоновых кислот от спиртов? Объясните.
5. В чем заключается отличие химических свойств одноосновных карбоновых кислот от соединений содержащих несколько карбоксильных групп? Объясните.

#### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

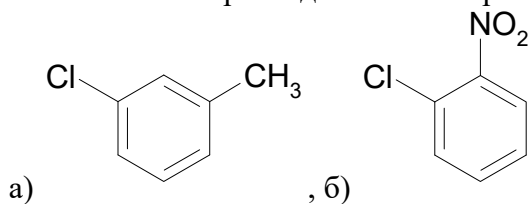
Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

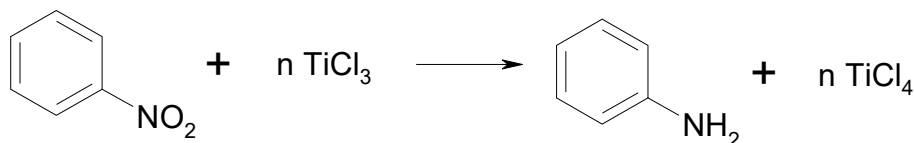
### Самостоятельная работа № 9

(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)

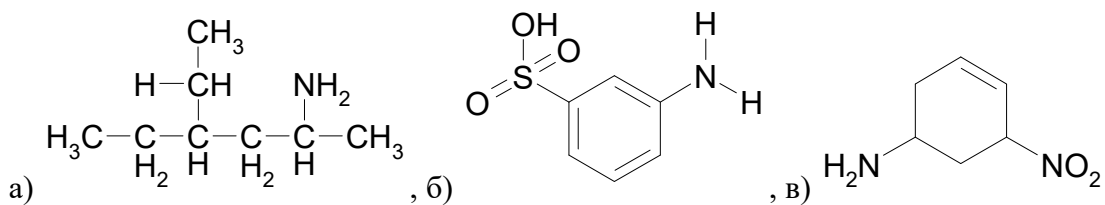
1. Нарисуйте мета-нитроароматическое и гем-динитроалифатическое соединения
2. Назовите нитросоединение которое получится при нитровании данных аренов



3. Сколько моль хлорида титана (III) нужно взять чтобы восстановить 1 моль нитробензола до анилина?



4. Назовите по номенклатуре IUPAC следующие амины



5. Сколько изомеров будет иметь пропанамин?

**Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

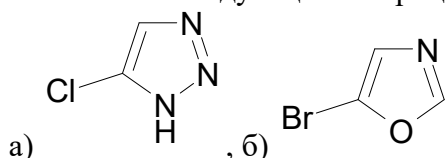
Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

**Самостоятельная работа № 10**

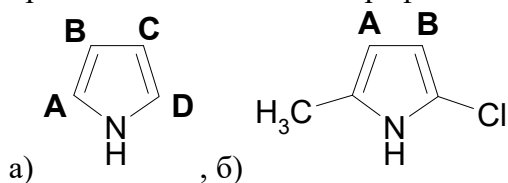
*(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)*

1. Назовите следующие гетероциклические соединения:



2. Какое из гетероциклических соединений будет иметь наиболее выраженные ароматические свойства, а какое наименее выраженные: а) тиофен, б) фуран, в) пиррол?

3. В какое положение (обозначены буквами) гетероциклического соединения будет проходить введение электрофильной частицы?



4. Нарисуйте схему реакции диенового синтеза Дильса-Альдера с участием фурана

5. Какие гетероциклы входят в состав Витамина В<sub>12</sub>?

**Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

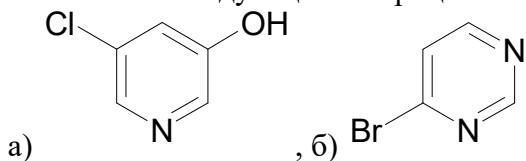
Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## Самостоятельная работа № 11

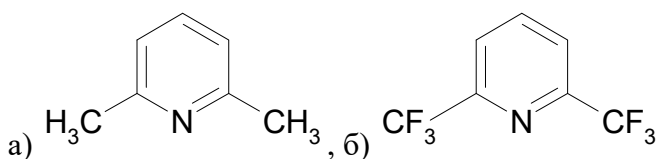
(проверка сформированности ОПК-8, индикатор ИД-ОПК-8.2)

1. Назовите следующие гетероциклические соединения:

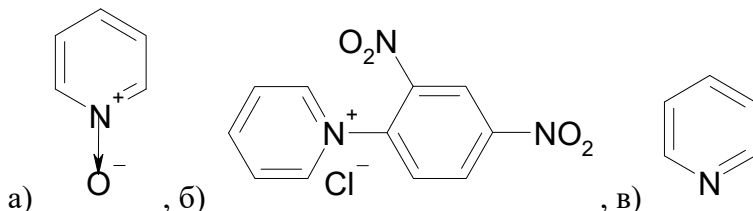


2. Нарисуйте гетероциклические соединения содержащие атом азота а) пиррольного типа, б) пиридинового типа.

3. Какое из производных пиридина будет легче вступать в реакцию кватернизации? Объясните.



4. Какое из производных пиридина будет легче вступать в реакцию ароматического нуклеофильного замещения? Объясните.



5. Какие гетероциклы входят в состав аденозина?

### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 10.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету:

1. Причины выделения органической химии в отдельную науку
2. Теория радикалов
3. Теория типов. Теория Жерара
4. Теория строения А. М. Бутлерова
5. Электронная теория валентности
6. Ионная связь
7. Ковалентная связь

8. Донорно-акцепторная связь
9. Семиполярная связь
10. Водородная связь
11. Классификация органических соединений
12. Номенклатура органических соединений
13. Классификация органических реакций по типу превращения субстрата
14. Классификация органических реакций по типу активирования и по механизму разрыва связей
15. Электронные эффекты. Индуктивный эффект
16. Мезомерный эффект (эффект сопряжения).
17. Пространственные эффекты
18. Алканы. Строение. Гомологический ряд. Изомерия
19. Способы получения алканов
20. Химические свойства алканов. Характерные реакции. Галогенирование алканов
21. Химические свойства алканов. Характерные реакции. Окисление алканов. Пиролиз алканов
22. Ионные реакции алканов
23. Циклоалканы. Изомерия. Способы получения
24. Строение циклоалканов. Химические свойства
25. Алкены. Строение. Гомологический ряд. Изомерия
26. Способы получения олефинов
27. Химические свойства алкенов. Характерные реакции. Реакции гидрирования, галогенирования и гидрогалогенирования.
28. Механизм реакции электрофильного присоединения в алкенах. Присоединение по правилу и не по правилу Марковникова.
29. Радикальный механизм реакции присоединения в алкенах
30. Алкадиены. Классификация. Строение
31. Химические свойства сопряженных диенов. Характерные реакции. Реакции гидрирования, галогенирования и гидрогалогенирования.
32. Диеновый синтез. Реакции олигомеризации и полимеризации
33. Кумулированные алкадиены
34. Алкины. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия
35. Алкины. Строение.
36. Способы получения алкинов
37. Химические свойства алкинов. Характерные реакции. Каталитическое гидрирование и восстановление
38. Химические свойства алкинов. Характерные реакции. Галогенирование и гидрогалогенирование
39. Нуклеофильное присоединение в алкинах. Механизм реакции Фаворского
40. Кислотность алкинов. Реакции ацетиленидов
41. Ароматические соединения. Критерии ароматичности. Классификация
42. Химические критерии ароматичности. Строение бензола
43. Энергия сопряжения бензола. Энергия резонанса в полициклических ароматических углеводородах
44. Химические свойства аренов. Характерные реакции.
45. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Примеры реакций электрофильного замещения в бензоле
46. Механизм реакций  $S_EAr$  Галогенирование бензола
47. Нитрование бензола. Нитрующие агенты
48. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу
49. Ацилирование по Фриделю-Крафтсу

50. Правила ориентации в электрофильном ароматическом замещении. *орто*- и *пара*-Ориентанты
51. Согласованная и несогласованная ориентация в электрофильном ароматическом замещении
52. Реакции *ipso*-замещения. Реакции протолиза
53. Нуклеофильное замещение в ароматическом кольце. Механизм реакции отщепления-присоединения. Механизм реакции присоединения-отщепления
54. Классификация кислородсодержащих органических соединений. Примеры представителей разных классов
55. Спирты. Классификация. Номенклатура. Изомерия
56. Строение, получение спиртов
57. Свойства спиртов. Кислотность. Основность
58. Нуклеофильность. Ацилирование, этерификация, переэтерификация спиртов
59. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы в спиртах.
60. Синтез галогеналканов из спиртов. Окисление спиртов.
61. Многоатомные спирты. Химические свойства.
62. Фенолы. Классификация. Номенклатура. Нахождение в природе.
63. Получение фенолов
64. Кислотность фенолов.
65. Основность и нуклеофильные свойства фенолов
66. Окисление и антиоксидантные свойства фенолов
67. Электрофильное замещение в ароматическом кольце фенолов. Галогенирование. Нитрование. Сульфирование. Реакция Фриделя-Крафтса.
68. Оксосоединения. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия
69. Способы получения оксосоединений
70. Строение оксосоединений
71. Окисление и восстановление оксосоединений.
72. Химические свойства оксосоединений. Реакции присоединения
73. Химические свойства оксосоединений. Реакции присоединения-отщепления.
74. Химические свойства оксосоединений. Реакции  $\alpha$ -углеродного атома
75. Карбоновые кислоты. Классификация. Гомологический ряд, номенклатура
76. Изомерия карбоновых кислот
77. Получение карбоновых кислот
78. Строение карбоксильной группы
79. Кислотность карбоновых кислот. Примеры реакций.
80. Основность карбоновых кислот. Примеры реакций.
81. Окисление, восстановление и декарбоксилирование карбоновых кислот
82. Дикарбоновые кислоты. Химические свойства.
83. Способы синтеза нитросоединений.
84. Строение нитросоединений. Восстановление нитросоединений
85. Кислотность первичных и вторичных нитроалканов
86. Амины. Классификация, номенклатура, изомерия
87. Получение аминов.
88. Кислотность и основность аминов.
89. Нуклеофильность аминов. Типы и примеры реакций
90. Гетероциклические соединения. Классификация
91. Типы гетероатомов. Нумерация гетероатомов в гетероцикле.
92. Номенклатура гетероциклических соединений.
93. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом
94. Пиррол. Реакции по атому азота
95. Реакции пиррола по атомам углерода
96. Реакции фурана

97. Реакции тиофена
98. Реакции индола.
99. Шестичленные гетероциклы – азины и их аналоги
100. Пиридин. Превращения по атому азота
101. Электрофильное замещение в пиридине.
102. Нуклеофильное замещение в пиридине.
103. Свободно-радикальное замещение в пиридине.

На зачете проверяется сформированность компетенции ОПК-6, (индикатор ИД-ОПК-6.1 в части знания основных концепций и методов, современных направлений органической химии и перспективы междисциплинарных исследований

Зачет выставляется по результатам контрольной работы, включающей по три вопроса из каждой темы, при условии набора по итогам ее выполнения студентом с одной попытки не менее 40 баллов.

#### **Правила выставления оценки по результатам итоговой контрольной работы:**

Оценка по результатам итоговой контрольной считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 66.

Набранное количество баллов 60-66 соответствует оценке «отлично», 50-59 баллов – оценке «хорошо», 40-49 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 40 баллов – оценке «неудовлетворительно».

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Органическая химия»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Органическая химия» являются лекции с использованием презентаций. Это связано с тем, что учебный материал содержит большое число схем, таблиц, рисунков, которые затем используются студентами в самостоятельной работе при подготовке к занятиям. Очень важным компонентом занятий является выполнение лабораторной работы, которые охватывают все основные разделы курса, и способствует закреплению теоретических знаний, полученных студентами при прослушивании лекций.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы дисциплины «Органическая химия».

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольной и самостоятельных работ.

По окончании изучения дисциплины в конце семестра студенты сдают зачет. Зачет принимается по билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических и один практический вопрос.