

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии  
Дата подписания: 2023-09-24 10:10:07  
Уникальный идентификатор документа:  
fcd01ecb1fd74829c5a19745ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии  
кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института агробиотехно-  
логии



А.В. Шитикова

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Модуль «Б1.О.10 Химия»**  
**Модульная дисциплина «Б1.О.10.03 Органическая химия»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 –Биотехнология

Направленность (профиль): Биотехнология микроорганизмов,  
Биотехнология и молекулярная биология

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчик: Браташ Г.С., к.х.н.



«26» 08 2023 г.

Рецензент: Серегина И.И., д.б.н., профессор  
(подпись)



«26» 08 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры Химии  
протокол № 1 от «28» 08 2023 г.

Зав. кафедрой Дмитриевская И.И., д.с.-х.н., доцент



«28» 08 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института агробиотехнологии  
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор



«28» 08 2023 г.

И.о. заведующий выпускающей  
кафедрой Биотехнологии

Чердниченко М.Ю., к.б.н., доцент



«28» 08 2023 г.

И.о. заведующий выпускающей  
кафедрой микробиологии и иммунологии  
Козлов А.В. д.б.н., доцент



Заведующий отделом комплектования ЦНБ



(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	18
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>28</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>28</b>
6.1. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, КОЛЛОКВИУМ, ЭКЗАМЕН.....	28
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	49
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>50</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	50
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	50
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	51
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>51</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>51</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>53</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	54
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>55</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.О.10.03 «Органическая химия»**  
**для подготовки бакалавра по направлению 19.03.01 –Биотехнология**  
**направленности «Биотехнология микроорганизмов» и «Биотехнология и**  
**молекулярная биология»**

**Цель освоения дисциплины:** Развитие сельского хозяйства страны предусматривает широкое использование удобрений, пестицидов, химических кормовых добавок, консервантов кормов, полимеров и другой химической продукции, обеспечивая за счет этого общий рост сельскохозяйственного производства, улучшение качества и сохранности сельскохозяйственной продукции. Развитие этих отраслей требует высокого уровня подготовки бакалавров, специалистов, магистров по фундаментальным дисциплинам, в том числе органической химии.

В программе делается акцент на изучение структуры и химических свойств органических веществ. На первых занятиях особое внимание уделяется классификации органических реакций и номенклатуре органических соединений.

В основе систематики материала лежит функциональная группа. Наиболее важные для биологических специальностей разделы (липиды, сахара, аминокислоты, белки и т.д.) рассмотрены весьма подробно.

Данная дисциплина носит практико-ориентированную направленность и представляет собой единое целое.

Органическая химия – одна из важнейших фундаментальных естественных наук, без которой невозможно познание окружающего мира, формирования научного мировоззрения. В результате изучения неорганической химии будущие специалисты агропромышленного сектора должны научиться использовать основные естественнонаучные законы и практические навыки работы в химической лаборатории в своей профессиональной деятельности, ответственно относиться к принятию решений с учетом химической и экологической безопасности научно-производственных процессов.

Знакомство с электронными базами данных SciFinder (CAS), Reaxys, ZINC, PubChem, ChEMBL, Chem Spider.

Изучение программного обеспечения виртуальных лабораторных работ (Виртуальные лаборатории Томского Политеха, ProgramLab, PhET, VR Chemisrty Lab, Virtual Chemistry Experiments).

В совокупности это создаёт основу для дальнейшего изучения профилирующих дисциплин.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть Б.1 учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология. Дисциплина осваивается во 2-ом семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

**Краткое содержание дисциплины:** Теоретические основы органической химии. Приемы и методы работы. Физико-химические методы исследования

органических соединений. Углеводороды. Функциональные производные углеводородов. Гетерофункциональные соединения. Оптическая изомерия. Природные соединения. Гетероциклические соединения.

**Общая трудоемкость дисциплины: 108/3 (часов/зач.ед.)**

**Промежуточный контроль: экзамен во 2 семестре.**

### **1. Цель освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Органическая химия» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области органического синтеза и химического анализа при работе с органическими веществами, а также ознакомление с основами биоорганической химии и проблемой использования биологически активных веществ в сельском хозяйстве. В совокупности это облегчает студенту изучение профилирующих дисциплин на старших курсах и магистратуре.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

-Расширение представлений о возможности применения электронных баз данных, интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач по изучению органических веществ и механизмах их реакций SciFinder (CAS), Reaxys, ZINC, PubChem, ChEMBL, Chem Spider).

- Применение в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации такие программные продукты как Excel, Power Point, Padlet, Trello.

- Применение различных программных продуктов, предназначенных для имитационного выполнения лабораторных работ по курсу органической химии, для студентов, пропустивших на занятиях по уважительным причинам, или для дистанционного этапа обучения. В программах имитируются химические реакции, которые проводятся в химической лаборатории (Виртуальные лаборатории Томского Политеха, ProgramLab, PhET, VR Chemisrty Lab, Virtual Chemistry Experiments).

-Просмотр видео с реакциями, которые невозможно использовать в вузовском практикуме (например, по причине высокой стоимости, отсутствии особых условий, таких, как вакуум, высокая температура и/ или давление, особые катализаторы) – ресурс NC State Undergraduate Organic Chemistry Teaching Laboratories - S.M.A.R.T. Lab Videos.

Использование многообразных цифровых ресурсов позволяет студентам получить наиболее полное представление о многообразии органических веществ и их взаимосвязи друг с другом.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Органическая химия» включена в обязательный перечень ФГОС дисциплин базовой части. Дисциплина «Органическая химия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 «Биотехнология», профили «Биотехнология микроорганизмов» и «Биотехнология и молекулярная биология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Органическая химия», является «Общая и неорганическая химия».

Дисциплина «Органическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Химия биологически активных веществ», «Экология», «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Физиология растений», «Химические средства защиты растений», «Основы токсикологии и механизм действия пестицидов», «Биотехнология пищевого сырья и продуктов растительного и животного происхождения».

Особенностью дисциплины является знание методик и приёмов работы, которые используются в органической химии (перегонка, кристаллизация, различные виды хроматографии, определение физико-химических констант), знание основ идентификации органических веществ (качественные реакции на важнейшие элементы, входящие в состав химических веществ, и на основные функциональные группы).

Рабочая программа дисциплины «Органическая химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций с применением современных цифровых инструментов и электронных баз данных, представленных в таблице 1.

### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	возможные пути и условия преобразования функциональных групп в важнейших классах органических соединений как основы их генетической связи в химических и биохимических процессах; возможности интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач (ProgramLab, Reaxys и т.д.)	решать теоретические и практические типовые и системные задачи, связанные с профессиональной деятельностью; применять к важнейшим классам органических соединений основные стереохимические представления;	основными методами анализа и синтеза органических соединений;
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных профессиональных задач	основные концепции организации научно-исследовательской работы и комплектации лабораторного оборудования.	ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией эффективной работы по лабораторному исследованию индивидуальных веществ и их смесей; применять в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации такие программные продукты как Excel, Power Point.	системой показателей, оценивающей степень достижения поставленной цели
			ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, основываясь на законах и	правила работы в химической лаборатории, посуду, оборудование, приборы для исследования	выбирать необходимые методы исследования для решения поставленной практической задачи, готовить растворы заданного состава для проведения эксперимента;	приемами и методами работы в химической лаборатории

			закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях			
--	--	--	---	--	--	--



ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В том числе по семестрам
		№ 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>58,4</b>	<b>58,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>		
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	38	38
<i>практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>49,6</b>	<b>49,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	17	17
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:		Экзамен

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				ПКР	Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПЗ			
Раздел 1. Основы органической химии	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	-	-	<b>4</b>	
Раздел 2. Углеводороды	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	-	-	<b>4</b>	
Раздел 3. Функциональные производные углеводов	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	-	-	<b>4</b>	
Раздел 4. Гетерофункциональные соединения	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	-	<b>4</b>	
Раздел 5. Оптическая изомерия	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-	<b>2</b>	
Раздел 6. Природные соединения	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	-	-	<b>4</b>	

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			ПКР	Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПЗ		
Раздел 7. Гетероциклические соединения	7	-	4	-	-	3
Консультация перед экзаменом	2	-	-	-	2	-
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	-	0,4	-
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6			-	-	24,6
<b>Всего за 2 семестр</b>	108	18	38	-	2,4	49,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>38</b>	<b>-</b>	<b>2,4</b>	<b>49,6</b>

## Раздел 1. «Основы органической химии»

### Тема 1. «Теоретические основы органической химии»

Особенности соединений углерода, их многообразие, роль в живой природе и практической деятельности человека.

Предмет органической химии. Связь органической химии с биологией, медициной, сельским хозяйством. Основные положения теории химического строения органических соединений (А. М. Бутлеров). Гомология и гомологические ряды в органической химии. Углеводородный радикал. Важнейшие функциональные группы. Изомерия скелета и изомерия, связанная с изменением положения заместителя. Официальная международная систематическая номенклатура органических соединений – номенклатура IUPAC (ИЮПАК).

Типы химических связей в органических соединениях. Ионная, ковалентная, донорно-акцепторная, семиполярная, водородная связи.

Электроотрицательность по Полингу, полярность связи. Строение электронной оболочки атома углерода. Атомные и молекулярные орбитали. Гибридизация. Атомные орбитали *s*-типа и *p*-типа,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Энергия связи.

Понятие о механизме реакции: реакции радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения. Переходное состояние, энергетическая кривая.

Теория тетраэдрического атома углерода (Вант-Гофф и Ле-Бель).

Основность и кислотность: влияние электронных и пространственных факторов.

### Тема 2. «Приёмы и методы работы»

Основы техники безопасности при работе с органическими веществами: работа с горючими веществами, первая помощь при ожогах и отравлениях, тушение пожаров, работа с взрывчатыми веществами, сжатыми газами и вакуумом.

Получение, выделение, идентификация и установление строения органических соединений.

Общие правила работы. Нагревание и охлаждение. Кристаллизация, сушка и упаривание. Перегонка.

Определение углерода, водорода, азота, галогенов, серы, фосфора. Определение молярной массы. Вывод эмпирической формулы.

Химические методы качественного и количественного определения функциональных групп: кратных связей, гидроксильной, амина-, карбонильной и карбоксильной групп. Понятие об установлении строения вещества методом последовательной деструкции и встречным синтезом.

### **Тема 3. «Органические вещества биосферы»**

Природные газы, торф, каменный уголь, нефть как источники органических соединений для промышленности. Происхождение, химический состав и переработка нефти. Важнейшие нефтяные продукты (бензин, реактивное топливо, керосин, смазочные масла, парафин) и их применение. Октановое и цетановое числа. Антидетонаторы. Крекинг и каталитические превращения углеводородов нефти. Энергетический кризис. Получение жидкого топлива из каменного угля. Оксосинтез. Древесина и её использование в лесохимической промышленности для получения искусственного волокна. Живица. Практическое использование растительных сахаров, жиров, терпеноидов, алкалоидов, стероидов в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Значение химических веществ, продуцируемых микроорганизмами. Проблемы биотехнологии. Пути использования биомассы живых организмов суши и моря. Химическая переработка животных жиров. Кругооборот углерода в природе. Искусственная пища.

### **Тема 4. «Физико-химические методы исследования»**

Выделение индивидуального вещества путём перегонки, возгонки, кристаллизации, экстракции. Применение различных видов хроматографии для разделения и идентификации веществ. Понятие о газожидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. (ВЭЖХ). Идентификация химических соединений по их физическим константам или константам их характерных производных. Определение температуры кипения, температуры плавления, плотности и показателя преломления. Удельное вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света.

Применение спектров поглощения в ультрафиолетовой, инфракрасной и видимой областях для анализа органических веществ.

Использование ядерного магнитного резонанса для установления строения органических соединений.

Метод хромато-масс-спектрометрии как основной способ анализа состава смесей органических веществ.

### **Раздел 2. «Углеводороды»**

#### **Тема 5. «Алканы»**

Первое валентное состояние атома углерода:  $sp^3$ -гибридизация. Ковалентная связь, природа и свойства простой (сигма) связи. Понятие о

конформации. Гомологический ряд и его общая формула. Гомологическая разность. Изомерия. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода. Номенклатура тривиальная, рациональная и ИЮПАК. Радикалы (алкилы): определение и названия. Нахождение алканов в природе. Общие способы получения алканов из галогенпроизводных, спиртов и непредельных углеводородов. Физические свойства. Химические свойства. Синтетические моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Методы идентификации алканов.

#### **Тема 6. «Алкены»**

Второе валентное состояние атома углерода:  $sp^2$ -гибридизация. Электронная природа, геометрия и свойства двойной связи. Гомологический ряд, общая формула, номенклатура и изомерия цепи, положения двойной связи. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Правило Марковникова и его объяснение. Перекисный эффект Хараша. Гомо- и гетеролитический разрыв ковалентной связи. Реакция *цис*-окисления по Вагнеру. Озонирование и его значение в установлении структуры вещества. Полимеризация: ступенчатая, цепная и теломеризация. Полиэтилен. Полипропилен. Пространственное строение его цепей: изо-, син- и атактические структуры. Стереоспецифическая полимеризация. Свойства полимеров и их различия в зависимости от конфигурации цепи. Применение полимеров в промышленности, сельском хозяйстве и быту. Методы идентификации алкенов. Этилен как фитогормон.

#### **Тема 7. «Алкины»**

Третье валентное состояние атома углерода:  $sp$ -гибридизация. Ацетилены, их получение и техническое применение. Особые свойства тройной связи углерод-углерод. Химические свойства алкинов: реакции присоединения и реакции с участием ацетиленового атома углерода. Применение ацетилена. Методы идентификации алкинов.

#### **Тема 8. «Диены»**

Бутадиен (дивинил), изопрен, хлоропрен; их промышленный синтез и применение. Сопряженные двойные связи и их особые свойства (1,4-присоединение). Эффект сопряжения, полимеризация диенов. Понятие о строении природного каучука. Дивиниловый и изопреновый синтетические каучуки. Понятие о линейных и пространственных полимерах. Низкотемпературная полимеризация. Вулканизация каучука. Сополимеры. Методы идентификации диенов.

#### **Тема 9. «Арены»**

Ароматичность, правило Хюккеля. Понятие о резонансе. Номенклатура и изомерия углеводородов ряда бензола. Методы получения. Физические свойства. Электрофильное замещение. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители; их направляющее влияние. Понятие об эффекте сопряжения и индуктивном эффекте. Теория замещения в бензольном ядре. Согласованная и несогласованная ориентация. Активирующее влияние нитрогрупп на нуклеофильный обмен атома галогена, связанного с

ароматическим ядром. Механизм реакции и переходные состояния. Реакции присоединения к бензольному кольцу (гексахлоран). Реакции галогенирования в ядро и боковую цепь. Инсектициды. Понятие о полициклических ароматических соединениях. Канцерогены. Методы идентификации.

### **Раздел 3. «Функциональные производные углеводородов»**

#### **Тема 10. «Галогенопроизводные углеводородов. Спирты и фенолы»**

Классификация, изомерия и номенклатура. Общие способы получения: галогенирование углеводородов, замещение гидроксильной группы на галоген, присоединение галогенов по кратным связям. Индуктивный эффект. Получение фторпроизводных. Понятие о реакциях нуклеофильного замещения ( $S_N1$ ,  $S_N2$ ). Химические свойства моногалогенопроизводных алканов. Ди-, три- и полигалогенопроизводные углеводородов. Химические особенности галогенопроизводных с несколькими атомами галогена у одного углеродного атома. Методы идентификации.

Дихлорэтан, хлороформ, йодоформ, фреоны; их применение. Химические свойства галогенопроизводных непредельных углеводородов. Отличие в поведении галогена, находящегося при атоме углерода с двойной связью. Хлористый винил, трифтор- и тетрафторэтилены, их полимеризация и значение. Пластики. Тефлон. Силиконы. Наполнители, пластификаторы, стабилизаторы.

Химические свойства галогенопроизводных ароматических углеводородов. Зависимость активности галогена от его положения в ядре или боковой цепи. Применение галогенопроизводных в сельском хозяйстве.

Спирты и фенолы. Определение и классификация. Предельные одноатомные спирты (алкоголи). Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Способы получения из предельных и этиленовых углеводородов, галогенопроизводных, сложных эфиров, карбонильных соединений. Физические свойства. Кислотность и основность по Бренстеду,  $pK_a$ . Ассоциация и водородные связи, их влияние на физические свойства. Химические реакции функциональной группы. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Дегидратация и дегидрирование. Методы идентификации. Метилловый и этиловый спирты, их получение и значение. Пропиловый, бутиловый, амиловый и высшие (цетиловый, мирициловый) спирты: их получение и значение.

Двухатомные спирты (гликоли). Изомерия и номенклатура. Получение из галогенопроизводных и непредельных углеводородов. Физические свойства. Химические свойства. Взаимное влияние двух функциональных групп.

Этиленгликоль. Оксид этилена. Этиленхлоргидрин. Диоксан. Их свойства.

Трёх- и многоатомные спирты. Глицерин, его распространение в природе и технические способы получения. Глицераты. Продукты окисления глицерина. Глицериды.

Непредельные спирты. Виниловый, поливиниловый и аллиловый спирты; их получение, свойства и применение. Гераниол, фарнезол, цитронеллол.

Фенолы. Строение, номенклатура и изомерия. Природные источники и способы получения фенолов из аминов, галогенопроизводных и углеводородов.

Физические и химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Отличие фенолов от спиртов. Феноляты. Простые и сложные эфиры. Бромирование, нитрование и окисление фенола. Качественные реакции. Понятие о гербицидах: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота. Нитрофенолы, их получение, свойства и значение. Пикриновая кислота.

Двухатомные и трехатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон; их строение, свойства и значение. Взаимное превращение хинон-гидрохинон. Хингидрон. Пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Витамины группы Е. Спирты ароматического ряда.

### **Тема 11. «Амины»**

Амины как производные аммиака. Номенклатура. Конформации производных аммиака, особенности их изомерии. Получение аминов из галогенпроизводных, восстановлением нитросоединений, оксимов, гидразонов, амидов. Образование аминов при декарбоксилировании аминокислот. Роль свободной электронной пары в проявлении основных свойств аминов и комплексообразовании. Пространственные факторы и основность. Химические свойства: алкилирование, ацилирование, действие азотистой кислоты. Четвертичные аммониевые основания. Диамины. Моноамины: метиламин, диметиламин, триметиламин. Аминоспирты: этаноламин, холин; их строение, нахождение в природе. Ацетилхолин. Хлорхолинхлорид. Синтетические полиамидные волокна: нейлон, капрон. Амины ароматического ряда. Изомерия и номенклатура. Методы получения. Химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Методы идентификации.

### **Тема 12. «Оксосоединения»**

Определение. Номенклатура. Карбонильная группа, ее строение. Получение карбонильных соединений. Свойства и реакции. Реакции с участием  $\alpha$ -водородного атома: галогенирование, альдольная и кротоновая конденсации. Окисление альдегидов и кетонов. Сходство и различие альдегидов и кетонов. Методы идентификации. Муравьиный альдегид (формальдегид, метаналь); получение и свойства. Применение в технике и медицине. Формалин. Параформ. Уксусный альдегид. Ацетон. Непредельные альдегиды: акролеин, цитраль (нахождение в природе и значение).

Бензальдегид. Различие и сходство ароматических и алифатических альдегидов. Ацетофенон и бензофенон как пример кетонов ароматического ряда. Витамины группы К. Понятие о хинонах.

### **Тема 13. «Карбоновые кислоты»**

Определение, номенклатура, изомерия, электронное строение карбоксильной группы. Мезомерия аниона. Водородная связь в кислотах. Методы получения кислот (из спиртов, альдегидов, галогенопроизводных и нитрилов). Свойства и функциональные производные. Методы идентификации. Ионообменные смолы.

Муравьиная кислота. Нахождение в природе. Свойства: окисление, дегидратация. Уксусная кислота. Получение из древесины, спирта. Свойства и реакции. Пальмитиновая и стеариновая кислоты.

Получение ароматических кислот окислением боковых цепей аренов. Бензойная кислота.

Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, сложные эфиры карбоновых кислот. Хлоркарбоновые кислоты.

Сложные эфиры. Получение из кислот (этерификация), ангидридов и хлорангидридов. Физические и химические свойства.

Амиды кислот. Получение из кислот, галогенангидридов, сложных эфиров и нитрилов. Химические свойства. Ацетамид. Полиакриламид, получение, свойства и применение в сельском хозяйстве.

Дикарбоновые кислоты. Общие методы синтеза. Щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая и адипиновая кислоты. Особые свойства метиленовой группы малонowego эфира. Ангидриды дикарбоновых кислот. Фталевая кислота из нафталина. Терепталевая кислота и синтетическое волокно на её основе (лавсан). Другие синтетические волокна: капрон, нейлон.

Непредельные кислоты. Акриловая кислота, ее эфиры, нитрил. Метакриловая кислота. Пластмассы на их базе (оргстекло). Фумаровая и малеиновая кислоты. Различие свойств геометрических изомеров. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты.

#### **Раздел 4. «Гетерофункциональные соединения»**

##### **Тема 14. «Оксикислоты»**

Определение. Изомерия. Номенклатура. Образование оксикислот при биохимическом гидроксильровании карбоновых кислот, при окислении гликолей, восстановлении кетокислот. Дегидратация  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -оксикислот. Лактиды. Лактоны. Важнейшие представители оксикислот: гликолевая, молочная. Многоосновные кислоты. Яблочная и винная кислоты. Распространение в природе и получение. Лимонная кислота. Получение из природных источников. Свойства и применение. Фенолкарбоновые кислоты. Галловая кислота и танин.

##### **Тема 15. «Оксокислоты (альдегидо- и кетокислоты)»**

Одноосновные альдегидо- и кетокислоты. Глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная и леулиновая кислоты. Их получение и химические свойства: восстановление, превращение в аминокислоты. Конденсация Кляйзена. Ацетоуксусный эфир: таутомерия, подвижность водородных атомов метиленовой группы, кетонное и кислотное расщепление.

#### **Раздел 5. «Оптическая изомерия»**

##### **Тема 16. «Оптическая изомерия»**

Основные понятия. Асимметрический атом углерода. Хиральные и ахиральные молекулы. Плоскополяризованный свет. Удельное вращение, поляриметры. Энантиомеры, рацематы, рацемические смеси. Пространственные формулы Фишера. Винные кислоты. Формула Фишера для определения числа стереоизомеров. Мезовинная кислота. Диастереомеры. Трео- и эритроформы. Способы разделения рацематов. Частичный и абсолютный асимметрический синтез. Оптическая активность без асимметрического атома углерода. Понятие о динамической стереохимии.

## **Раздел 6. «Природные соединения»**

### **Тема 17. «Липиды. Классификация. Жиры»**

Распространение в природе, состав и строение. Классификация жиров. Отличие жидких жиров от твёрдых. Химические свойства: омыление и гидрогенизация. Прогоркание жиров, полимеризация масел. Превращение жидких жиров в твёрдые. Техническая переработка и использование. Значение жиров и липидов.

Мыла и детергенты. Физико-химическое объяснение моющего действия мыла. Искусственные моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Воски, олифа, сиккативы.

Сложные липиды. Фосфатиды, лецитины, кефалины. Распространение в природе. Состав и строение. Биологическое значение: роль сложных липидов в формировании клеточных мембран.

### **Тема 18. «Сахара (углеводы)»**

Распространение в природе и биологическая роль. Классификация по числу углеводных остатков, числу атомов углерода, характеру карбонильной группы, типу циклической связи атомов. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза) и альдогексозы (глюкоза, манноза, галактоза); их строение и нахождение в природе. Открытая и циклическая формы (на примере глюкозы). Пиранозная и фуранозная формы. *D*- и *L*-ряды. *R*, *S*-номенклатура. Моносахариды: альдозы и кетозы. Оптическая изомерия и таутомерия. Открытая и циклическая формы. Номенклатура и способы изображения; проекционные формулы Фишера,  $\alpha$ -,  $\beta$ -пиранозы и фуранозы. Формулы Хеуорса. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Мутаротация. Аномеры. Общие способы получения моносахаридов из многоатомных спиртов, оксиальдегидов, оксикетонов и полисахаридов. Физические и химические свойства моносахаридов. Характерные особенности полуацетального гидроксила. Гликозиды. Восстановление, окисление и ацилирование сахаров. Оновые и сахарные кислоты. Эпимеризация. Аскорбиновая кислота.

Фруктоза как представитель кетоз. Строение, таутомерия и свойства. Отличие от глюкозы. Методы идентификации.

Дисахариды. Невосстанавливающие (сахароза). Строение, свойства и значение. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза. Полисахариды. Крахмал, инулин и гликоген. Строение и свойства. Гидролиз крахмала. Декстрины. Распространение в природе и значение. Инулин: состав, гидролиз и значение. Целлюлоза (клетчатка). Распространение в природе, строение и химические свойства. Гидролиз клетчатки. Эфиры клетчатки и их использование в народном хозяйстве. Понятие о гемицеллюлозах и пектиновых веществах.

### **Тема 19. «Аминокислоты и белки»**

Определение и классификация. Изомерия, номенклатура. Распространение в природе, методы выделения и анализа.

Аминокислоты. Способы получения из альдегидов и кетонов, галогенкарбоновых кислот, нитрокислот, оксимов или гидразонов, альдегидо- и



кетокислот. Физические и химические свойства. Амфотерная природа аминокислот, изоэлектрическая точка. Действие азотистой кислоты и формалина (формольное титрование); применение этих реакций для количественного определения аминокислот. Реакция с нингидрином. Хелаты. Биохимическое декарбоксилирование, дезаминирование, переаминирование. Отношение  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислот к нагреванию. Отдельные представители: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, цистин, метионин, аминокaproновая кислота. Представители диаминомонокarбоновых кислот: аргинин (орнитин) и лизин, их свойства. Дикарбоновые аминокислоты. Аспарагиновая и глутаминовая кислоты и их амиды (аспарагин, глутамин). Ароматические аминокислоты: фенилаланин, тирозин. Гетероциклические аминокислоты: пролин, оксипролин, триптофан, гистидин. Методы идентификации.

Полипептиды и белки. Распространение в природе. Элементный состав и молярная масса. Образование из аминокислот. Строение. Синтез белков на твёрдых носителях (Мерифильд). Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белковых молекул. Типы связей (амидные, дисульфидные, водородные, солевые). Качественные реакции и понятие об установлении строения. Многообразие белков и их роль в природе. Физические и химические свойства белков. Осаждение, изоэлектрическая точка. Кислотный и ферментативный гидролиз. Классификация белков. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Проблема искусственной пищи.

## **Раздел 7. «Гетероциклические соединения»**

### **Тема 20. «Пятичленные гетероциклы»**

Классификация. Понятие об ароматичности гетероциклических систем. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом, их ацидофобность, способность к реакциям электрофильного замещения в  $\alpha$ -положение, взаимные превращения (Юрьев). Пиррол как структурная единица порфиринов. Понятие о строении хлорофилла и гема. Индол. Реакционная способность  $\beta$ -положения. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота (гетероауксин). Серотонин, его биологическое значение. Психогены: ЛСД, псилоцин.

### **Тема 21. «Шестичленные гетероциклы»**

Пиридин как представитель шестичленных азотсодержащих гетероциклов. Пассивность пиридина в реакциях электрофильного замещения. Никотиновая кислота, никотинамид (витамин РР). Понятие об алкалоидах. Никотин, анабазин, кониин, хинин, морфин, гигрин; их роль и значение. Понятие об антибиотиках.

Циклы с несколькими гетероатомами. Имидазол и его важнейшие производные (гистидин, гистамин). Пиримидин и его важнейшие производные: цитозин, урацил, тимин. Пуриновые основания: аденин, гуанин, мочевая кислота, кофеин. Цитокинины. Группа птеридина. Производные пиранов:  $\alpha$ - и  $\gamma$ -пироны, соли пирилия, хромон, флавоны и антоцианы.

### 4.3 Лекции/лабораторные занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

#### Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Раздел 1. Теоретические основы органической химии</b>				<b>5</b>
	Тема 1. Теоретические основы органической химии	Лекция №1. Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова.	ОПК-1	-	1
	Тема 2. Приёмы и методы работы	Лабораторная работа №1. Перегонка смеси двух жидкостей.		Защита лабораторной работы	1
	Тема 3. Органические вещества биосферы	Лабораторная работа №2. Хроматографическое разделение смеси двух органических веществ		Защита лабораторной работы	1
	Тема 4. Физико-химические методы исследования органических соединений	Лабораторная работа №3. Физико-химические методы исследования органических соединений			2
2	<b>Раздел 2. Углеводороды</b>				<b>11</b>
	Тема 5. Алканы	Лекция №2. Алканы. Алкены. Алкины. Диены. Способы получения. Химические свойства.	ОПК-1	-	1
		Лабораторная работа №4. Алканы.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
	Тема 6. Алкены	Лабораторная работа №5. Алкены. Качественный функциональный анализ на кратную связь.		индивидуальное задание (по базе Reaxys), защита лабораторной работы	2
	Тема 7. Алкины	Лабораторная работа №6. Алкины.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
	Тема 8. Диены	Лабораторная работа №7. Диены.		Рубежная контрольная работа (темы 5-9), индивидуальное задание	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 9. Арены	Лекция №3. Арены. Методы получения, химические свойства. Теория замещения в ароматическом ряду. Индуктивный и мезомерный эффекты.		-	2
		Лабораторная работа № 8. Арены.		On-line тестирование, индивидуальное задание	1
3	<b>Раздел 3. Функциональные производные углеводов</b>				<b>14</b>
	Тема 10. Галогенопроизводные. Спирты и фенолы	Лекция №4. Галогенопроизводные. Спирты и фенолы. Способы получения. Химические свойства. Кислотность и основность. Амины. Методы получения, химические свойства.	ОПК-1	-	2
		Лабораторная работа № 9. Галогенопроизводные углеводов. Спирты и фенолы. Качественный функциональный анализ на гидроксильную группу.		On-line тестирование, индивидуальное задание Защита лабораторной работы	1
	Тема 11. Амины	Лекция №5. Оксосоединения (альдегиды и кетоны). Методы получения, химические свойства.		-	2
		Лабораторная работа №10. Амины предельного ряда. Основность аминов, зависимость основности от строения.		Тестирование	1
		Лабораторная работа №11. Качественный функциональный анализ на амино-группу	Защита лабораторной работы. Рубежная контрольная работа (темы 10-13) индивидуальное задание	2	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 12. Оксосоединения	Лабораторная работа №12. Оксо-соединения		On-line тестирование, индивидуальное задание	1
	Тема 13. Карбоновые кислоты	Лекция №6. Карбоновые кислоты и их производные. Дикарбоновые и непредельные кислоты. Липиды. Мыла. Воска.		-	2
		Лабораторная работа №13. Карбоновые кислоты. Качественный функциональный анализ на карбонильную и карбоксильную группы.		On-line тестирование, индивидуальное задание Защита лабораторной работы	2
4	<b>Раздел 4. Гетерофункциональные соединения</b>				<b>8</b>
	Тема 14. Оксикислоты	Лекция №7 Окси- и оксокислоты. Химические свойства. Кето-енольная таутомерия.	ОПК-1	On-line тестирование, индивидуальное задание	4
		Лабораторная работа №14. Оксикислоты.		Рубежная контрольная работа (темы 14-15).	2
	Тема 15. Оксикислоты	Лабораторная работа №15. Оксикислоты. Кето-енольная таутомерия.			2
5	<b>Раздел 5. Оптическая изомерия</b>				<b>4</b>
	Тема 16. Оптическая изомерия	Лекция №8 Липиды. Оптическая изомерия. Сахара (моно-, ди- и полисахариды)	ОПК-1	-	2
		Лабораторная работа №16. Понятие оптической изомерии. Асимметрический атом углерода.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
6	<b>Раздел 6. Природные соединения</b>				<b>10</b>
	Тема 17. Липиды	Лекция №9. Аминокислоты, белки. Гетероциклы. Понятие о строении нуклеиновых кислот.	ОПК-1	-	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №17. Липиды.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
	Тема 18. Сахара	Лабораторная работа № 18. Сахара. Моносахариды. Дисахариды. Полисахариды. Качественные реакции на сахара.		индивидуальное задание (по базе данных), защита лабораторной работы	2
	Тема 19. Аминокислоты и белки	Лабораторная работа № 19. Аминокислоты. Пептиды. Белки. Качественные реакции на аминокислоты и белки.		индивидуальное задание Защита лабораторной работы	4
7	<b>Раздел 7. Гетероциклические соединения</b>				<b>4</b>
	Тема 20. Пятичленные гетероциклы	Лабораторная работа №20. Пятичленные гетероциклические соединения.	ОПК-1	On-line тестирование	-
	Тема 21. Шестичленные гетероциклы	Лабораторная работа №21. Шестичленные гетероциклические соединения. Ароматичность. Свойства.		индивидуальное задание (по виртуальной лаборатории). Итоговая контрольная работа (темы 16-21)	4

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5а

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основы органической химии</b>		
1.	Тема 1. Теоретические основы органической химии	Атомные и молекулярные орбитали. Гибридизация. Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Энергия связи. Переходное состояние, энергетическая кривая. Теория тетраэдрического атома углерода (Вант-Гофф и Ле-Бель). (компетенция ОПК-1)
	Тема 2. Приёмы и методы работы	Определение углерода, водорода, азота, галогенов, серы, фосфора. Определение молярной массы. Вывод эмпирической формулы. Понятие об установлении строения вещества методом последовательной деструкции и встречным синтезом. (компетенция ОПК-1)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Тема 3. Органические вещества биосферы	Оксо-синтез. Практическое использование растительных сахаров, жиров, терпеноидов, алкалоидов, стероидов в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Пути использования биомассы живых организмов суши и моря. Искусственная пища. (компетенция ОПК-1)
	Тема 4. Физико-химические методы исследования органических соединений	Понятие о газожидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. (ВЭЖХ). Удельное вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Метод хромато-масс-спектрометрии как основной способ анализа состава смесей органических веществ. (компетенция ОПК-1)
<b>Раздел 2. Углеводороды</b>		
2	Тема 5. Алканы	Понятие о конформации. Радикалы (алкилы): определение и названия. Нахождение алканов в природе. Синтетические моющие средства, проблема уничтожения их отходов. (компетенция ОПК-1)
	Тема 6. Алкены	Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Стереоспецифическая полимеризация. Свойства полимеров и их различия в зависимости от конфигурации цепи. Применение полимеров в промышленности, сельском хозяйстве и быту. (компетенция ОПК-1)
	Тема 7. Алкины	Техническое применение ацетиленов. Методы идентификации алкинов. (компетенция ОПК-1)
	Тема 8. Диены	Дивиниловый и изопреновый синтетические каучуки. Понятие о линейных и пространственных полимерах. Низкотемпературная полимеризация. Сополимеры (компетенция ОПК-1)
	Тема 9. Арены	Понятие о резонансе. Номенклатура и изомерия углеводородов ряда бензола. Активирующее влияние нитрогрупп на нуклеофильный обмен атома галогена, связанного с ароматическим ядром. Механизм реакции и переходные состояния. Понятие о полициклических ароматических соединениях. Канцерогены. Методы идентификации. (компетенция ОПК-1)
<b>Раздел 3 Функциональные производные углеводородов</b>		

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
3	Тема 10. Галогенопроизводные. Спирты и фенолы	<p>Индуктивный эффект. Получение фторпроизводных. Ди-, три- и полигалогенопроизводные углеводородов. Химические особенности галогенопроизводных с несколькими атомами галогена у одного углеродного атома. Методы идентификации. Хлористый винил, трифтор- и тетрафторэтилены, их полимеризация и значение. Пластики. Тефлон. Силиконы. Наполнители, пластификаторы, стабилизаторы. Применение галогенопроизводных в сельском хозяйстве.</p> <p>Двухатомные спирты - взаимное влияние двух функциональных групп. Оксид этилена. Этиленхлоргидрин. Диоксан. Их свойства. Глицерин, его распространение в природе и технические способы получения. Глицераты. Продукты окисления глицерина. Глицериды. Отличие фенолов от спиртов. Простые и сложные эфиры. Нитрофенолы, их получение, свойства и значение. Пикриновая кислота. Двухатомные и трехатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон; их строение, свойства и значение. Взаимное превращение хинон-гидрохинон. Хингидрон. Пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Спирты ароматического ряда. (компетенция ОПК-1)</p>
	Тема 11. Амины	<p>Конформации производных аммиака, особенности их изомерии. Четвертичные аммониевые основания. Диамины. Аминоспирты: этаноламин, холин; их строение, нахождение в природе. Ацетилхолин. Хлорхолинхлорид. Синтетические полиамидные волокна: нейлон, капрон. (компетенция ОПК-1)</p>
	Тема 12. Оксосоединения	<p>Сходство и различие альдегидов и кетонов. Формалин. Параформ. Уксусный альдегид. Ацетон. Непредельные альдегиды: акролеин, цитраль (нахождение в природе и значение). Ацетофенон и бензофенон как пример кетонов ароматического ряда. Витамины группы К. Понятие о хинонах. (компетенция ОПК-1)</p>
	Тема 13. Карбоновые кислоты	<p>Ионообменные смолы. Муравьиная кислота. Нахождение в природе. Уксусная кислота. Пальмитиновая и стеариновая кислоты. Ацетамид. Полиакриламид, получение, свойства и применение в сельском хозяйстве. Терефталевая кислота и синтетическое волокно на её основе (лавсан). Другие синтетические волокна: капрон, найлон. Акриловая кислота, ее эфиры, нитрил. Метакриловая кислота. Пластмассы на их базе (оргстекло). Фумаровая и малеиновая кислоты. Различие свойств геометрических изомеров. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты. (компетенция ОПК-1)</p>
<b>Раздел 4. Гетерофункциональные соединения</b>		
4	Тема 14. Оксикислоты	<p>Яблочная и винная кислоты. Лимонная кислота. Получение из природных источников. Свойства и применение. Галловая кислота и танин. (компетенция ОПК-1)</p>
	Тема 15. Оксокислоты	<p>Конденсация Кляйзена. Кетонное и кислотное расщепление. (компетенция ОПК-1)</p>
<b>Раздел 5. Оптическая изомерия</b>		

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
5	Тема 16. Оптическая изомерия	Удельное вращение, поляриметры. Трео- и эритроформы. Способы разделения рацематов. Частичный и абсолютный асимметрический синтез. Оптическая активность без асимметрического атома углерода. Понятие о динамической стереохимии. (компетенция ОПК-1)
<b>Раздел 6. Природные соединения</b>		
6	Тема 17. Липиды	Прогоркание жиров, полимеризация масел. Техническая переработка и использование. Физико-химическое объяснение моющего действия мыла. Искусственные моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Воски, олифа, сиккативы. Фосфатиды, лецитины, кефалины. Биологическое значение: роль сложных липидов в формировании клеточных мембран. (компетенция ОПК-1)
	Тема 18. Сахара	R, S-номенклатура. Аномеры. Общие способы получения моносахаридов из многоатомных спиртов, оксиальдегидов, оксикетонов и полисахаридов. Гликозиды. Оновые и сахарные кислоты. Эпимеризация. Аскорбиновая кислота. Декстрины. Распространение в природе и значение. Инулин: состав, гидролиз и значение. Понятие о гемицеллюлозах и пектиновых веществах. (компетенция ОПК-1)
	Тема 19. Аминокислоты и белки	Отдельные представители: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, цистин, метионин, аминокaproновая кислота. Представители диаминомонокapбoновых кислот: аргинин (орнитин) и лизин, их свойства. Дикарбoновые аминокислоты. Аспарагиновая и глутаминовая кислоты и их амиды (аспарагин, глутамин). Aроматические аминокислоты: фенилаланин, тирозин. Гетероциклические аминокислоты: пролин, оксипролин, триптофан, гистидин. Синтез белков на твёрдых носителях (Мерифильд). Многообразие белков и их роль в природе. Физические и химические свойства белков. Осаждение, изоэлектрическая точка. Кислотный и ферментативный гидролиз. Классификация белков. Проблема искусственной пищи. (компетенция ОПК-1)
<b>Раздел 7. Гетероциклические соединения</b>		
7	Тема 20. Пятичленные гетероциклы	Пиррол как структурная единица порфиринов. Индол. Реакционная способность β-положения. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота (гетероауксин). Серотонин, его биологическое значение. Психогены: ЛСД, псилоцин (компетенция ОПК-1)
	Тема 21. Шестичленные гетероциклы	Пассивность пиридина в реакциях электрофильного замещения. Циклы с несколькими гетероатомами. Цитокинины. Группа птеридина. Производные пиранов: α- и γ-пираны, соли пирилия, хромон, флавоны и антоцианы (компетенция ОПК-1)



**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

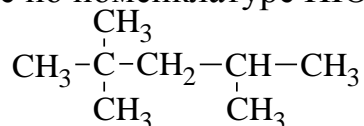
№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Арены. Теория электрофильного замещения в ароматическом ряду	ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с учебно-методическим порталом)
2.	Окси- и оксо-кислоты. Оптическая изомерия	ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с электронными ресурсами)
3.	Амины	ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с учебно-методическим порталом)
4.	Гетероциклические соединения. Ароматичность гетероциклов	ЛР Информационные и коммуникационные технологии (работа с электронными ресурсами)

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины****6.1. Типовые контрольные работы, тесты, индивидуальные задания, вопросы к опросу по темам, вопросы к экзамену****Примеры контрольных работ**

on-line тестирование по теме «Алканы»  
sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

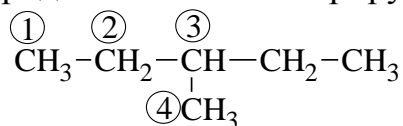
**Вариант 1**

1. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



- а) 2,2,4-триметилпентан                      б) 2,4,4-триметилпентан  
в) изопропил-трет-бутилметан      г) 1,1,1,3,3-пентаметилпропан

2. Какой атом углерода легче всего хлорируется в соединении?



- а) 1                      б) 2                      в) 3                      г) 4

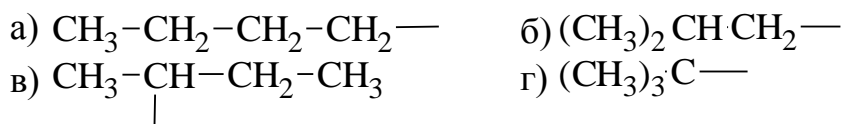
3. Какое соединение получится при реакции Вюрца из бромистого этила?

- а) бутан      б) этилен      в) бутен      г) пропан

4. Какова природа связи азот – кислород в  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ?

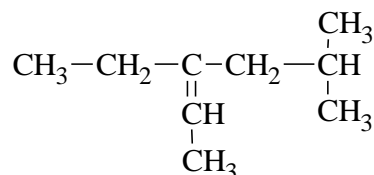
- а) ионная    б) ковалентная неполярная  
в) ковалентная полярная                      г) семиполярная

5. Указать радикал "изобутил":



on-line тестирование по темам «Алкены, алкины, диены»  
 sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

### Вариант 1



1. Какое название соответствует данному углеводороду?

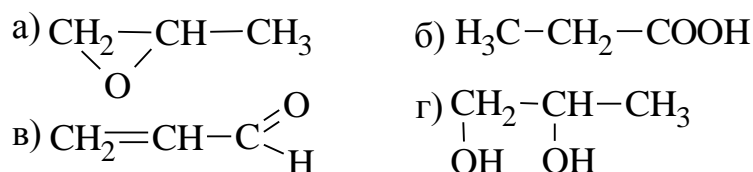
- а) 5-метил-3-этилгексен-2      б) 5,5-диметил-3-этилпентен-2  
 в) 1,1-диметил-3-этилпентен-3      г) 2-метил-4-этилгексен-4

2. Сколько изомеров имеет пентин?

- а) 1      б) 2      в) 3      г) 4

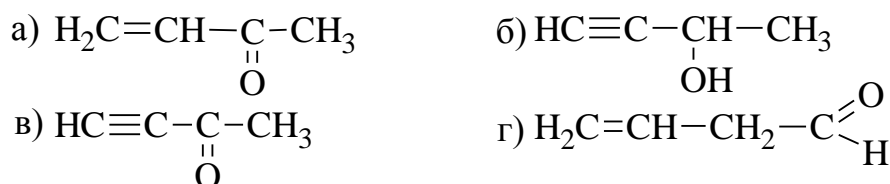
3. Какова электронная природа двойных связей в бутадиене?

- а)  $\sigma$  и  $\pi$       б)  $\pi$  и  $\pi$       в)  $\sigma$  и  $\sigma$       г)  $\sigma$ ,  $\pi$  и  $\pi$



4. Что получится при окислении пропилена  $\text{KMnO}_4$  в нейтральной среде?

5. Что получится при действии ацетилен на уксусный альдегид?

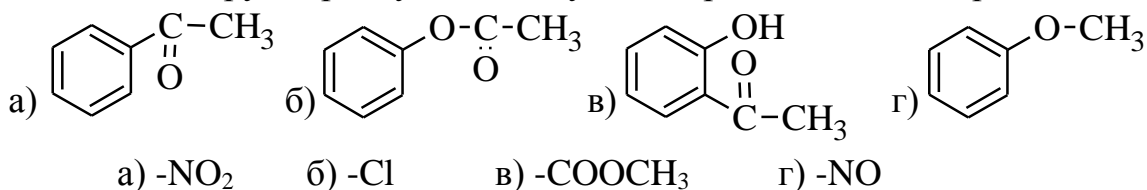


on-line тестирование по теме «Арены»  
 sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

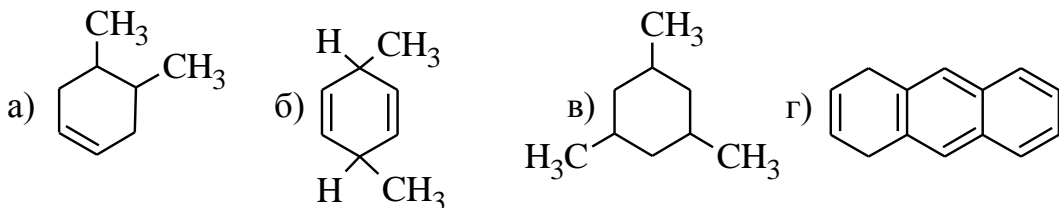
### Вариант 1

1. Укажите формулу ацетофенона.

2. Укажите группировку, относящуюся к ориентантам 1-го рода.



3. Укажите ароматическое соединение.



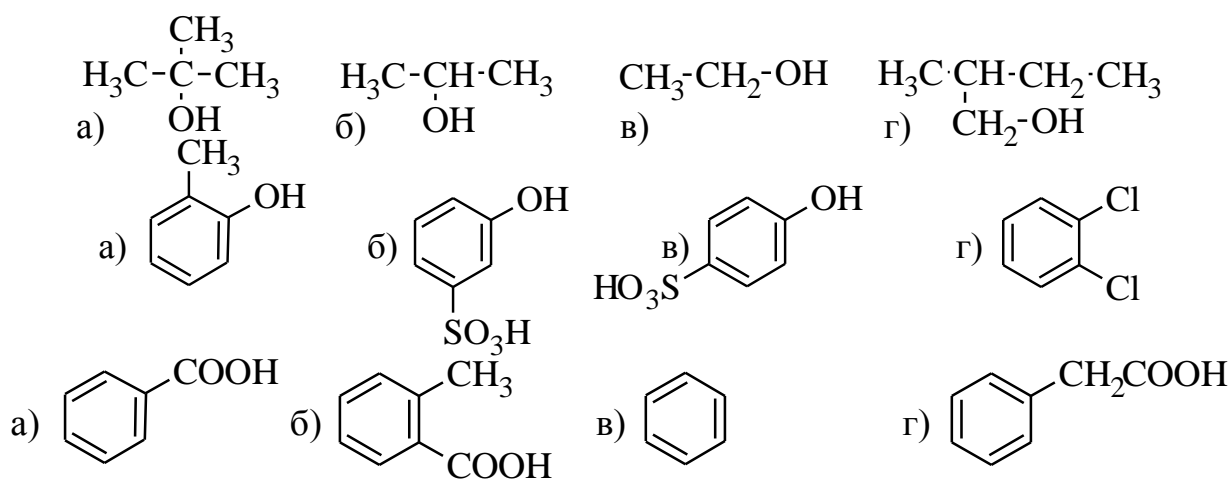
4. Укажите случай согласованной ориентации.

5. Укажите формулу продукта окисления толуола ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}^+$ ).

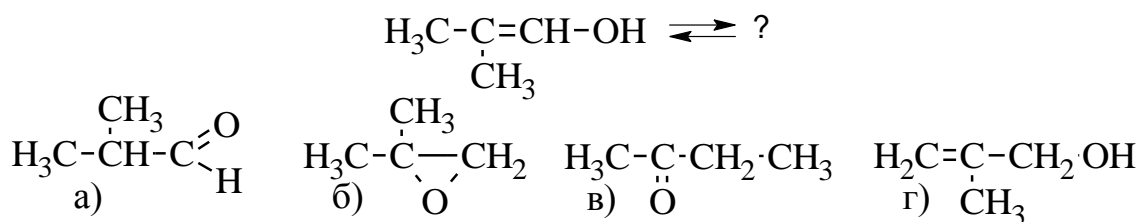
on-line тестирование по теме «Галогенпроизводные. Спирты и фенолы»  
sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

### Вариант 1

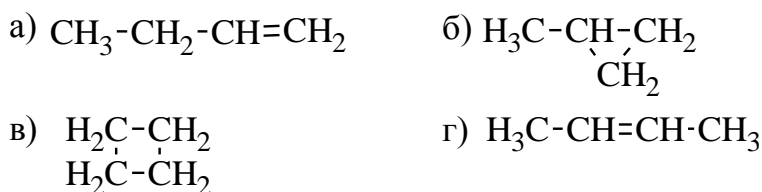
1. Укажите формулу вторичного спирта.



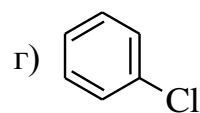
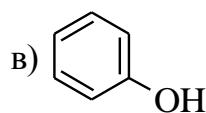
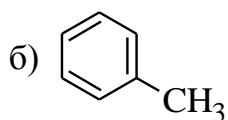
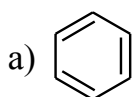
2. Укажите формулу вещества, в которое изомеризуется соединение



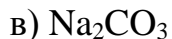
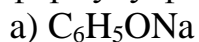
3. Укажите формулу продукта, получающегося при внутримолекулярной дегидратации *втор-*бутанола.



4. Укажите формулу вещества, которое будет бронироваться легче всего.



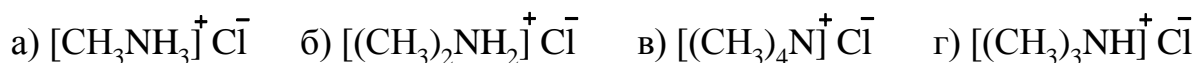
5. Укажите формулу фенолята натрия.



on-line тестирование по теме «Амины»  
sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

### Вариант 1

1. Какое соединение является хлористым тетраметиламмонием?



2. В каких условиях протекает реакция предельных углеводородов с хлором?

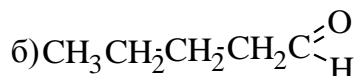
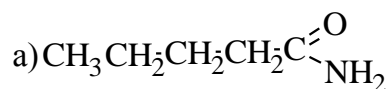
а) без катализатора

б) при нагревании

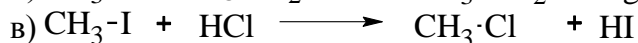
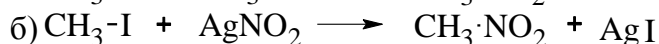
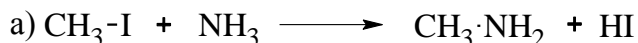
в) в присутствии натрия

г) на свету

3. Какое из соединений получится при восстановлении



4. Какая реакция написана **неверно**?



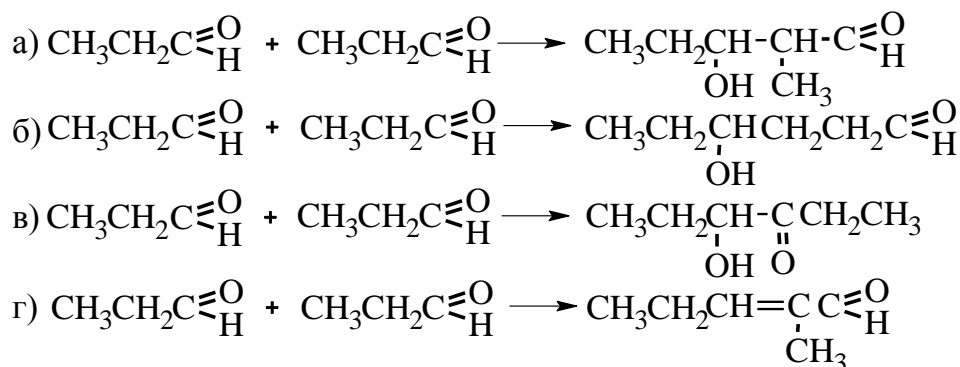
5. Какой интервал значений pH соответствует водным растворам алифатических аминов?

а) pH = 9-10    б) pH = 6-7    в) pH = 3-4    г) pH = 1-2

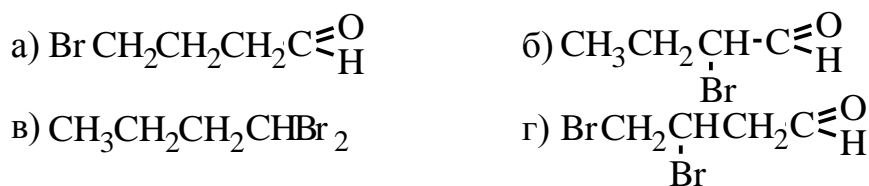
on-line тестирование по теме «Оксосоединения»  
sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

### Вариант 1

1. Укажите, какая из приведённых схем изображает процесс альдольной конденсации пропионового альдегида.



2. Какое из приведённых веществ образуется при бромировании масляного альдегида?



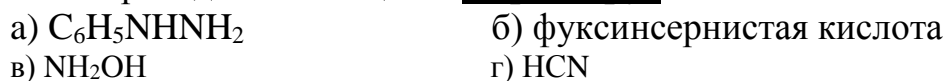
3. При гидратации какого алкина образуется уксусный альдегид?



4. С каким из приведённых веществ аммиачный раствор оксида серебра вступает в окислительно-восстановительную реакцию "серебряного зеркала"?



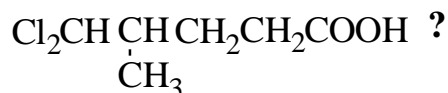
5. Какое из приведённых веществ **не реагирует** с кетонами?



on-line тестирование по теме «Карбоновые кислоты»  
sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

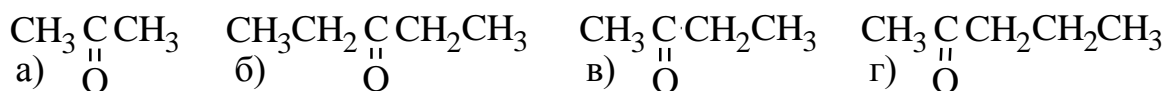
### Вариант 1

1. Как называется соединение



- а) 2-метил-1,1-дихлор-5-пентановая кислота  
б) 4-метил-5,5-дихлорбутановая кислота  
в) 3-метил-4,4-дихлорбутановая кислота  
г) 4-метил-5,5-дихлорпентановая кислота

2. При окислении какого кетона образуется смесь только уксусной и пропионовой кислот?



3. Какое соединение получится при сухой перегонке уксуснокислого аммония?



4. Что получится при действии  $\text{HBr}$  на  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOC}_2\text{H}_5$ ?



5. Из какой кислоты **нельзя** получить внутренний ангидрид?

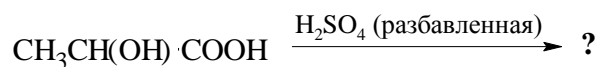
on-line тестирование по темам «Оксикислоты. Оксокислоты. Оптическая изомерия» [sdo.timacad.ru](http://sdo.timacad.ru) (платформа Moodle)

### Вариант 1

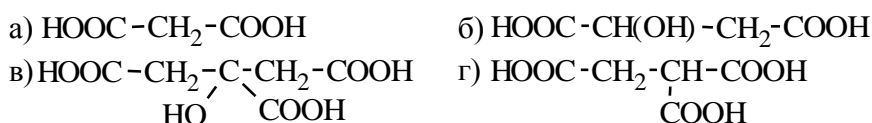
1. Какое соединение является оксикислотой?



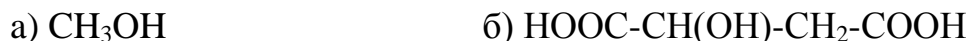
2. Что получится в результате реакции:



3. Какая формула соответствует лимонной кислоте?



4. Какое соединение имеет асимметрический атом углерода?





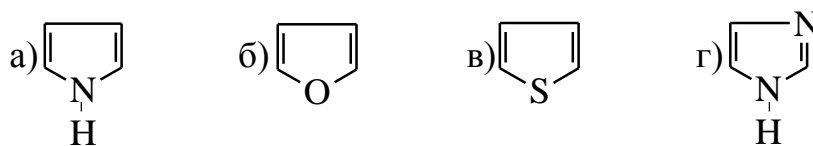
5. Какое соединение образуется при гидролизе  $\alpha$ -хлорпропионовой кислоты?



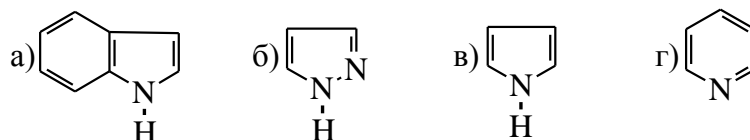
on-line тестирование по темам «Пятичленные и шестичленные гетероциклы»  
 sdo.timacad.ru (платформа Moodle)

**Вариант 1**

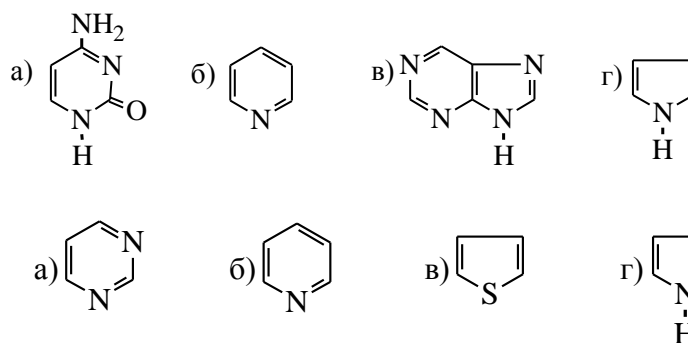
1. Какая из приведённых формул отвечает пирролу?



2. Какое из приведённых веществ действием  $\text{H}_2\text{S}$  при высокой температуре можно превратить в тиофен?

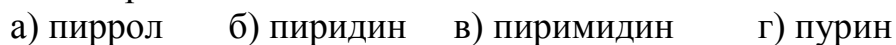


3. Какая из приведённых формул отвечает цитозину?



4. Какое из веществ **наименее** устойчиво к действию кислот?

5. Какой гетероцикл входит в состав витамина РР?



**Примеры индивидуальных заданий (СР) с применением цифровых технологий:**

Задание по теме «Алканы»

**Вариант 1**

1. Какое из приведенных ниже названий для соединения  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  отвечает правилам ИЮПАК ?
  - а) метил-*изо*-пропил-*трет*-бутилметан
  - б) 2,3,4,4-тетраметилпентан
  - в) 2,2,3,4-тетраметилпентан
  - г) 2,2-диметил-3-*изо*-пропилбутан
2. Какой из приведенных ниже факторов способствует протеканию радикальных процессов? Объясните, используя базу данных ChemSpider.
  - а) полярный растворитель
  - б) охлаждение
  - в) присутствие кислотного катализатора
  - г) облучение УФ-светом
3. Восстановление галоидного алкила йодистым водородом приводит к углеводороду, который также получается при щелочном плавлении натриевой соли валериановой кислоты. Если исходный галоидный алкил подвергнуть реакции Вюрца, то образуется симметрично построенный изомер октана с четырьмя первичными атомами С. Как называется алкил, с которым галоген связан в исходном веществе:
  - а) *н*-бутил
  - б) *втор*-бутил
  - в) *трет*-бутил
  - г) *изо*-бутил
4. При действии натрия на смесь бромистого изобутила и бромистого *втор*-бутила образуется смесь трех органических соединений. Какое из четырех ниже названных веществ **не является** продуктом реакции? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.
  - а) 2,5-диметилгексан
  - б) 3,4-диметилгексан
  - в) 2,3-диметилгексан
  - г) 2,4-диметилгексан
5. Какая область поглощения характерна для деформационных колебаний связи С-Н  $\text{CH}_3$ -групп в ИК спектрах? Докажите, используя базу данных PubChem.
  - а)  $1380 \text{ см}^{-1}$
  - б)  $1460 \text{ см}^{-1}$
  - в)  $2900 \text{ см}^{-1}$
  - г)  $1700 \text{ см}^{-1}$

Задание по теме «Алкены»

**Вариант 1**

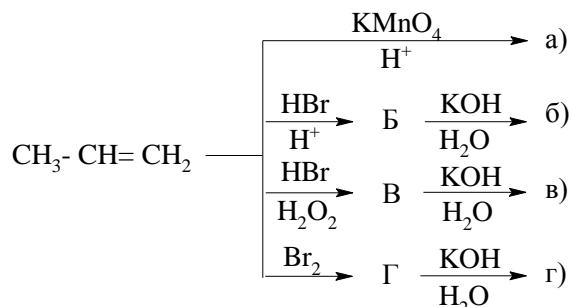
1. Назовите по номенклатуре ИЮПАК соединение:  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 
  - а) 2-этилбутен-2
  - б) 3-метилпентен-2
  - в) 3-метилпентен-3
  - г) 1,2-диметил-1-этилэтилен
2. Существует 13 изомерных гексенов ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ), не считая *цис-транс*-



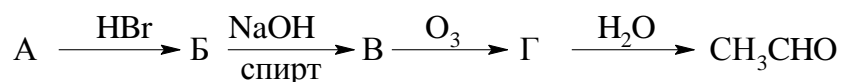
изомеров. Укажите, сколько из них могут проявлять цис-транс-изомерию:

- а) 4      б) 3      в) 5      г) 6

3. По какой реакции можно из пропилена получить изопропиловый спирт? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Из алкена А после следующей серии превращений получен только уксусный альдегид (CH<sub>3</sub>CHO). Укажите исходный алкен А.



- а) пентен-2      б) гексен-3  
в) бутен-1      г) этилен

5. В какой области спектра ПМР лежат значения сигналов этиленовых протонов? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 4,5 - 6,5 м.д.      б) 2,0 - 3,0 м.д.      в) 6,3 - 7,5 м.д.      г) 1,3 - 2,5 м.д.

#### Задание по теме «Алкины»

##### Вариант 1

1. Сколько изомеров имеет ацетиленовый углеводород состава C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>?

- а) 3      б) 2      в) 4      г) 5

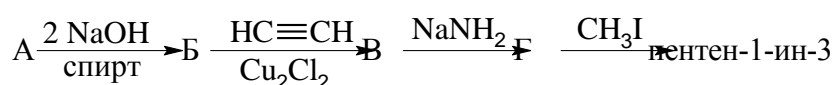
2. Какой ацетиленовый углеводород образуется при дегидрировании 3,4-диметилпентена-1? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) 2,4-диметилпентин-1      б) 3,4-диметилпентин-2  
в) 3,4-диметилпентин-1      г) 2,3-диметилпентин-2

3. Какое значение pK<sub>a</sub> характерно для C-H связи в ацетиленовых углеводородах? Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а) 25      б) 33      в) 16      г) 28

4. Укажите исходное соединение А в следующей серии превращений?



- а) 1,2-дихлорбутан      б) 1,3-дихлорпропан  
в) 1,2,3-трихлорбутан      г) 1,1-дихлорэтан

5. Какая полоса поглощения характерна для валентных колебаний ≡C-H

связи в ацетилене? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а)  $3100\text{ см}^{-1}$                       б)  $3300\text{ см}^{-1}$   
в)  $2600\text{ см}^{-1}$                       г)  $3400\text{ см}^{-1}$

Задание по теме «Диены»

### Вариант 1

1. Укажите интервал полосы поглощения  $C=C$  связи в ИК-спектре диенов. Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а)  $1600 - 1620\text{ см}^{-1}$                       б)  $1650 - 1700\text{ см}^{-1}$   
в)  $1200 - 1220\text{ см}^{-1}$                       г)  $3000 - 3300\text{ см}^{-1}$

2. Какие диены легче вступают в реакцию присоединения?

- а) диены с кумулированными двойными связями  
б) диены с изолированными двойными связями  
в) сопряженные диены  
г) все перечисленные выше типы диенов одинаково

3. Что образуется при действии натрия в условиях реакции Вюрца на хлористый аллил. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) бутадиен-1,3                      б) гексадиен-1,5  
в) пентадиен-1,4                      г) гептадиен-2,4

4. Известны два природных полимера изопрена - каучук и гуттаперча. Сколько изомерных полимеров может образоваться в случае 1,4-полимеризации 2,3-диметилбутадиена-1,3?

- а) 1                      б) 4                      в) 3                      г) 2

5. Из какого исходного соединения синтезируется бутадиен-1,3 по Лебедеву?

- а)  $CH_3-CH_2-OH$       б)  $CH_3-CHO$       в)  $HC \equiv CH$       г)  $CH_2=CH-C \equiv C$

Задание по теме «Арены»

### Вариант 1

1. Сколько изомерных ароматических бромпроизводных соответствуют брутто формуле  $C_7H_7Br$ ?                      а) 4                      б) 6                      в) 5                      г) 3

2. Укажите продукт гидрирования 3 молями  $H_2$  *o*-ксилола. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

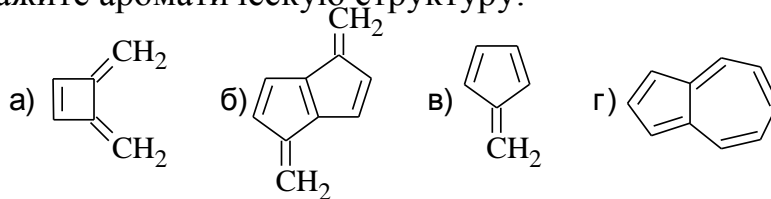
- а) 1,4-диметилциклогексан                      б) 2,3-диметилгексан  
в) 1,2-диметилциклогексан                      г) 3,4-диметилгексан

3. Углеводород обесцвечивает бромную воду, дает реакции с аммиачным раствором оксида серебра, при окислении образует бензойную кислоту. При сжигании 1 моля его образуется 352 г углекислого газа. Укажите наиболее характерные полосы поглощения в ИК спектре этого углеводорода. Докажите, используя базу данных PubChem.

- а)  $3600, 2100, 1650\text{ см}^{-1}$   
б)  $3310, 2083, 1600, 1490\text{ см}^{-1}$   
в)  $3100, 1200, 740\text{ см}^{-1}$   
г)  $3400, 2300, 1000, 795\text{ см}^{-1}$

4. На смесь **трёх** углеводородов: бромбензола, *n*-бромтолуола и бромэтана подействовали натрием. Сколько различных **ароматических** углеводородов образуется при этом? а) 5 б) 3 в) 8 г) 6

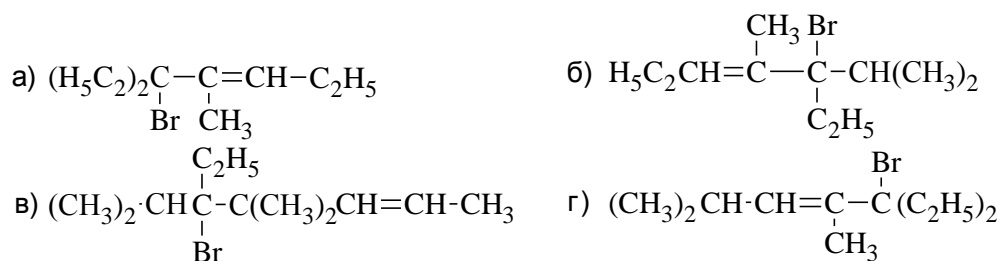
5. Укажите ароматическую структуру:



Задание по теме «Галогенопроизводные. Спирты и фенолы»

### Вариант 1

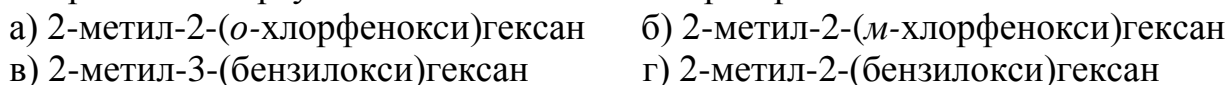
1. К какой из написанных ниже формул относится название 5-бром-4,6-диметил-5-этилгептен-3?



2. В каком из перечисленных ниже соединений **наиболее** подвижен атом хлора?



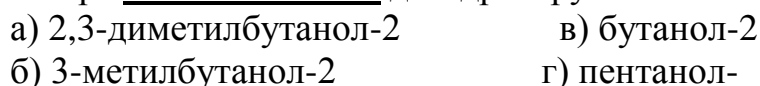
3. Толуол подвергли хлорированию на свету и получили моногалогенпроизводное А. 2-Метилгексан подвергли бромированию на свету, основной продукт реакции обработали водным раствором щёлочи, к полученному кислородсодержащему веществу прибавили металлический натрий и продукт реакции обработали соединением А. Какое из соединений получили при этом? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Сколько пиков должно наблюдаться в спектре ПМР *трет*-бутилового спирта? Докажите, используя базу данных PubChem.



5. Какой спирт **наиболее легко** дегидратируется?



Задание по теме «Амины»

### Вариант 1

1. Сколько изомеров имеет амин  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ ?



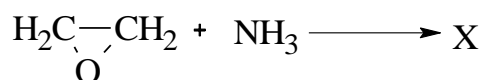
2. К какому типу относится амин, который даёт малиновое окрашивание с фенолфталеином и в ИК спектре имеет две слабые полосы поглощения в области 3300-3500 см<sup>-1</sup>? Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а) вторичных предельных                      б) первичных ароматических  
в) первичных предельного ряда            г) третичных

3. Какую структурную формулу имеет амин C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>N, если известно, что он с азотистой кислотой реагирует с образованием соответствующего спирта?

- а) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH(NH<sub>2</sub>)CH<sub>3</sub>                      б) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
в) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>NH C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>                          г) (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHNHCH<sub>3</sub>

4. Укажите продукт реакции (X):



- а) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH                              б) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>  
в) NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub> CH<sub>3</sub>                          г) OH CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

5. Какой из нижеприведенных аминов будет вступать в реакцию с HNO<sub>2</sub>, давая нитрозопроизводное? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) изобутиламин                                  б) метилэтиламин  
в) *трет*-бутиламин                              г) триметиламин

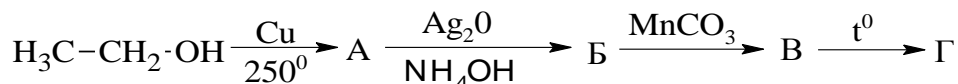
#### Задание по теме «Оксосоединения»

##### Вариант 1

1. При окислении кетона по Попову получили смесь уксусной, пропионовой, изомасляной и изовалериановой кислот. Какова структура кетона?

- а) 5-метилгексанон-3                              б) гептанон-3  
в) 5-метилгексанон-2                              г) 2-метилгексанон-3

2. Укажите конечный продукт Г следующей серии превращений: Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории



- а) уксусный альдегид                              б) ацетон  
в) пропен    г) пропанол-2

3. Сколько карбонильных соединений имеют формулу C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O?

- а) 3                      б) 5                      в) 7                      г) 9

4. Укажите область  $n \rightarrow \pi$  перехода в электронных спектрах карбонильных соединений (в нм). Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 200                      б) 300                      в) 270                      г) 240

#### Задание по теме «Карбоновые кислоты»

##### Вариант 1

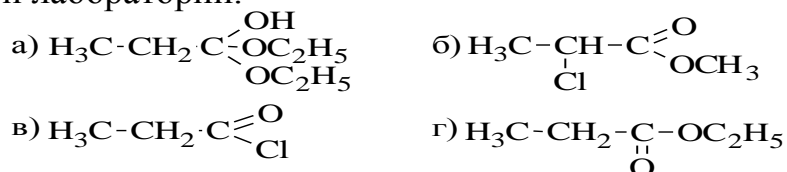
1. Сколько изомеров имеет предельная одноосновная кислота состава C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>?

- а) 6                  б) 7                  в) 8                  г) 9

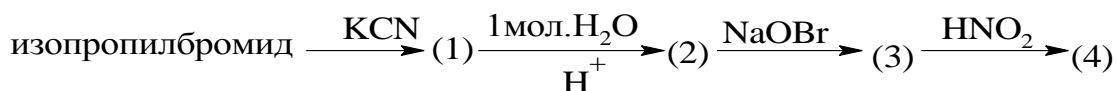
2. Какое из перечисленных соединений даёт реакцию серебряного зеркала?

- а) 1-пентин    б) хлористый метил  
в) уксусная кислота    г) муравьиная кислота

3. Укажите конечный продукт, полученный в результате последовательных превращений: при действии на бромистый этил цианистого калия, омыления, действия пятихлористого фосфора и, наконец, этилата натрия. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Какое вещество (4) получится в результате серии превращений:



- а) изобутиловый спирт    б) изобутиламин  
в) изопропиловый спирт    г) 2-нитропропан

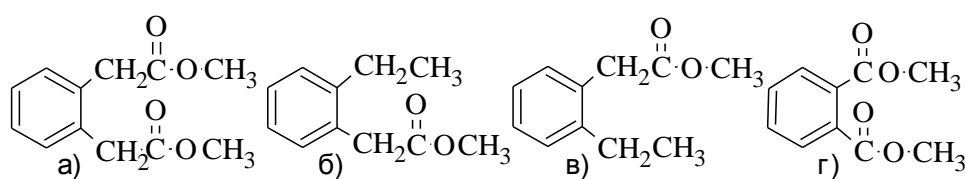
5. В какой области ИК спектра поглощает ОН-группа в кислотах? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а)  $3000 \text{ см}^{-1}$                   б)  $1700 \text{ см}^{-1}$                   в)  $1650 \text{ см}^{-1}$                   г)  $1300 \text{ см}^{-1}$

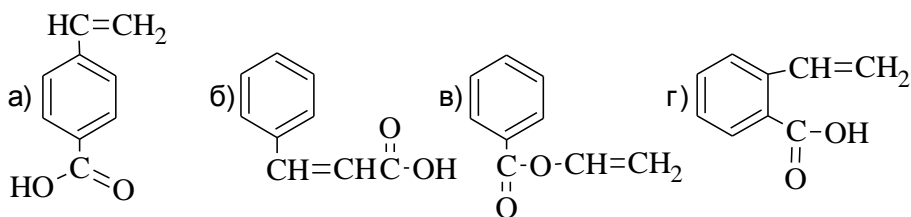
### Задание по теме «Липиды»

#### Вариант 1

1. Указать формулу диметилфталата – репеллента, отпугивающего насекомых. Докажите, используя базу данных ChEMBL.



2. Укажите формулу вещества состава  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2$ , если известно, что оно существует в виде двух геометрических изомеров; взаимодействует с водным раствором щелочи с образованием соли; со спиртом образует сложный эфир, а при окислении – бензойную и щавелевую кислоты.



3. Маргарин представляет из себя:

- а) эмульсию гидрогенизированного растительного жира  
б) эмульсию гидрогенизированного животного жира

в) эмульсию специально синтезированных триглицеридов непредельных карбоновых кислот

г) эмульсию природных низкокачественных жиров

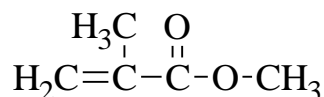
4. Какое название соответствует соединению со следующей структурной формулой?

а) метилметакрилат

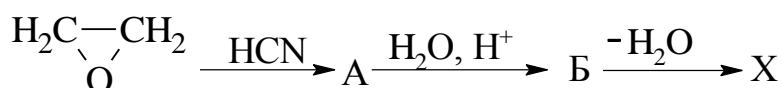
б) метакриловая кислота

в) метиловый эфир акриловой к-ты

г) метиловый эфир кротоновой к-ты



5. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме. Проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



Какое из приведенных названий принадлежит веществу (X)?

а) этиловый спирт

б) ацетон

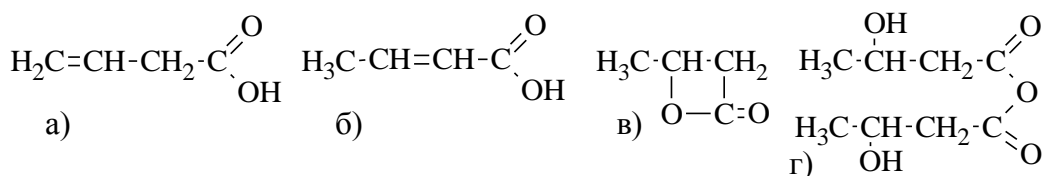
в) акриловая кислота

г) уксусный альдегид

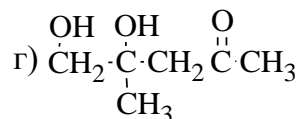
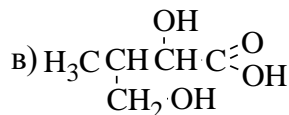
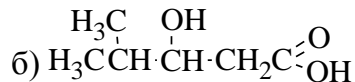
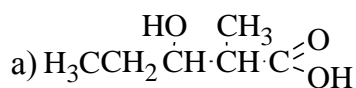
Задание по темам «Оксикислоты. Оксокислоты. Оптическая изомерия»

### Вариант 1

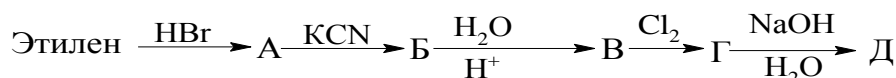
1. Что получится при нагревании β-оксимасляной кислоты?



2. Укажите структуру соединения состава C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>, имеющего два оптических изомера, образующего с основаниями соли, легко дающего при нагревании соединение состава C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, которое окисляется в кислом растворе KMnO<sub>4</sub> в смесь изомаляной и щавелевой кислот. Докажите, используя базу данных ChEMBL.



3. Какое соединение (Д) образуется по следующей схеме?



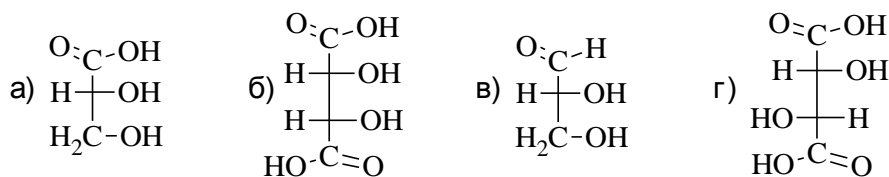
а) гликолевая кислота

б) α-оксипропионовая кислота

в) β-оксимасляная кислота

г) β-оксипропионовая кислота

4. Какой из приведенных ниже стереоизомеров не проявляет оптической активности?



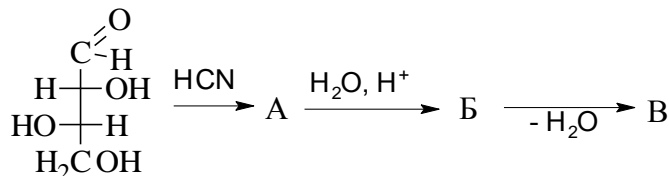
5. Какое соединение получается при нагревании β-оксвалериановой кислоты? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) лактон      б) диметилкетон      в) лактам      г) метилэтилкетон

### Задание по теме «Сахара»

#### Вариант 1

1. Какой продукт получится по следующей схеме?



- а)  $\text{HOCH}_2-\text{CHON}-\text{CH}-\text{CHON}-\text{CH}-\text{OH}$   
     |                   |  
     O                   O  
 б)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHON}-\text{CHON}-\overset{\text{OH}}{\text{C}}=\text{O}$   
 в)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{CHON}-\text{CHON}-\text{C}=\text{O}$   
     |                   |  
     O                   O  
 г)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHON}-\text{CH}-\text{CHON}-\text{C}=\text{O}$   
     |                   |  
     O                   O

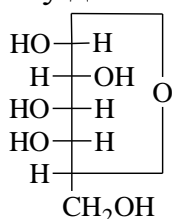
2. Какое соединение образуется при действии на альдопентозу амальгамы натрия? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) пентит      б) оксим      в) триоксиглутаровая кислота      г) озон

3. Напишите структурную формулу гексозы, зная, что оксинитрил, полученный из неё при действии синильной кислоты, после гидролиза и восстановления йодистоводородной кислотой даёт 2-метилгексановую кислоту:

- а) фруктоза      б) сахароза      в) глюкоза      г) лактоза

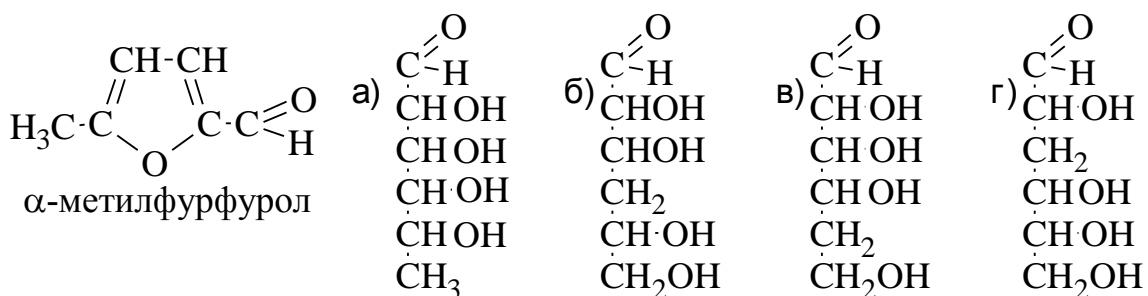
4. Какое название соответствует данной структурной формуле? Докажите, используя базу данных ChEMBL.



- а) α, D-галактоза  
 б) β, D-фруктоза  
 в) β, D-галактоза  
 г) α, D-фруктоза

5. Определите строение вещества состава C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>5</sub>, если оно при нагревании с разбавленной серной кислотой образует α-метилфурфурол, при осторожном

окислении превращается в 2,3,4,5-тетраоксигексановую кислоту, даёт реакцию серебряного зеркала?



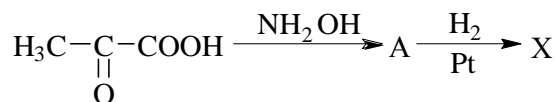
Задание по теме «Аминокислоты и белки»

### Вариант 1

1. Какие аминокислоты входят в состав природных белков? Докажите, используя базу данных ChEMBL.

- а) D, α      б) L, α      в) L, β      г) L, γ

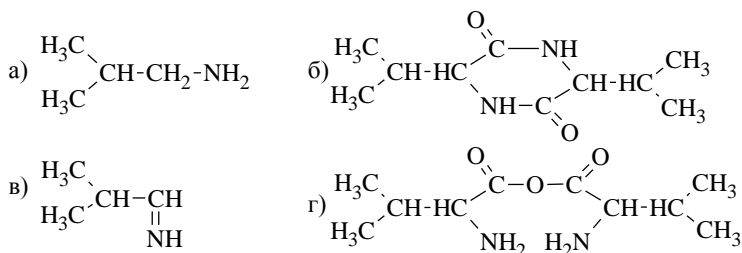
2. Укажите продукт реакции (X):



3. Укажите продукт термической дегидратации валина:



4. Укажите продукт, получаемый при действии азотистой кислоты на  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ . Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



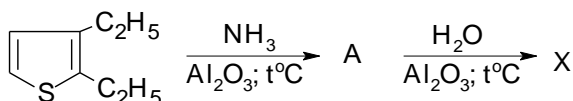
5. Какой реагент применяется для защиты аминогруппы в аминокислотах?

- а) этанол      б) уксусный ангидрид  
в) хлорокись фосфора      г) азотистая кислота

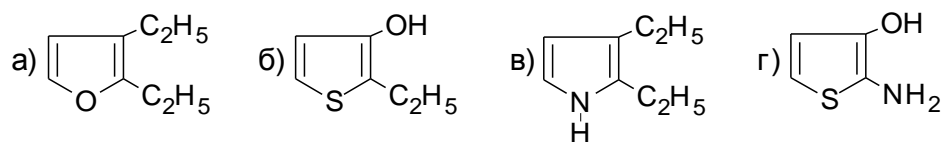
Задание по темам «Пятичленные гетероциклы. Шестичленные гетероциклы»

### Вариант 1

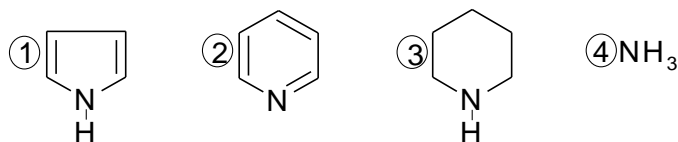
1. Какое соединение (X) образуется в результате следующих реакций:







2. Расположите следующие соединения в ряд **по убыванию** основности, Докажите, используя базу данных ChEMBL.



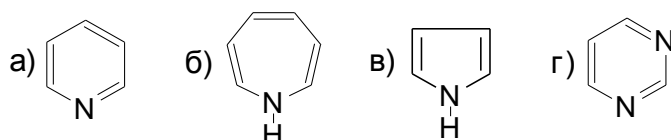
а)  $2 > 4 > 1 > 3$

б)  $3 > 4 > 2 > 1$

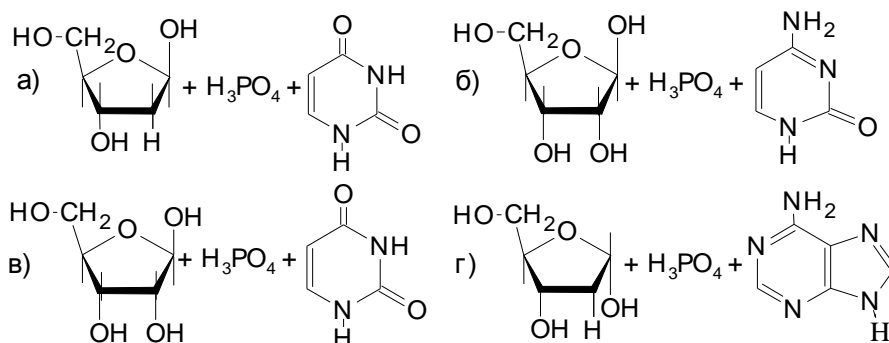
в)  $4 > 1 > 3 > 2$

г)  $1 > 3 > 4 > 2$

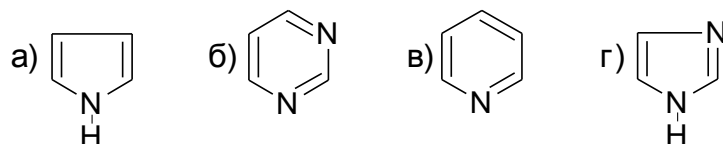
3. Какая из приведенных структур не является ароматической?



4. Укажите продукты полного гидролиза 3-уридилмонофосфата. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



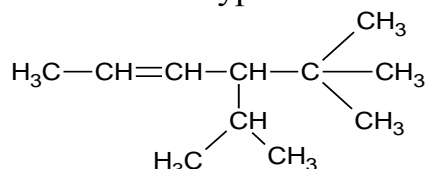
5. Производным какого гетероцикла является витамин PP? Докажите, используя базу данных SciFinder (CAS).



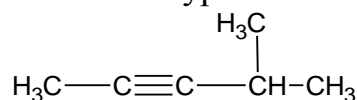
### Вопросы к рубежным контрольным работам

1. Синтезировать по реакции Вюрца изобутан.
2. Указать ошибку в названии и дать правильное название 2-этил-6-изопропилгексана.

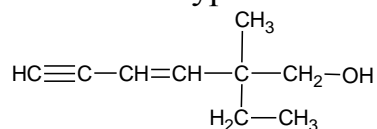
3. Написать все изомеры углеводорода брутто-формулы  $C_5H_{10}$  с открытой цепью, назвать их по номенклатуре ИЮПАК.
4. Написать реакцию Кучерова для пентина-1.
5. Написать реакцию 1,2-дибромпропана с металлическим цинком.
6. Как из ацетилена при помощи неорганических реагентов получить *n*-бутан?
7. При помощи каких химических реакций можно отличить этилацетилен от диметилацетилена?
8. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:

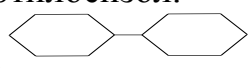


9. Написать реакцию полимеризации пропилена.
10. Написать реакцию для пентина-2.
11. Что получится при взаимодействии смеси пропилбромида и *n*-бутилбромида с натрием?
12. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:

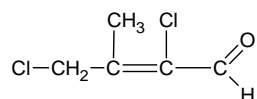


13. Что образуется при нитровании по Коновалову углеводорода 2-метилбутана?
14. Что получится при реакции *n*-бромистого пропила со спиртовым раствором щёлочи?
15. Сколько различных соединений получится при присоединении одной молекулы  $\text{HBr}$  к изопрену? (Условия различные).
16. Какие углеводороды образуются при полном восстановлении *n*-бутилового спирта, ацетона?
17. Синтезировать по реакции Вюрца 2-метилгексан.
18. Написать реакцию полимеризации бутадиена.
19. Написать структурные формулы и назвать изомеры ацетиленовых углеводородов  $C_4H_6$ .
20. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметилбутен-1 подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щёлочи?
21. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



22. Что образуется при восстановлении орто-фенилуксусной кислоты с помощью олова и соляной кислоты?
23. Что получится при дегидратации 2-метилпентанола-3?
24. Из бутандиола-1,4 получить 1,4-дибромбутан.
25. Из этилбензола получить пара-аминоэтилбензол.
26. Из бензола получить дициклогексил (  ).

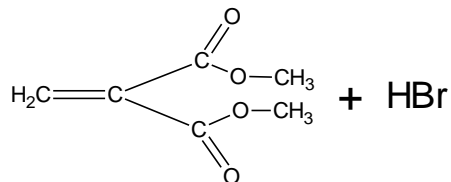
27. Какое вещество образуется при окислении кислым раствором  $\text{KMnO}_4$  парадиэтилбензола?
28. Из какого нитросоединения и в каких условиях можно получить бензиламин?
29. Из пропилового спирта получить пропилизобутиловый эфир.
30. Написать уравнение окисления хлористого аллила по Вагнеру.
31. Присоединить воду к пентену-2, назвать катализатор.
32. Из пропилена получить изопропиловый спирт, пропандиол-1,2.
33. Написать реакции бромирования и нитрования анизол (с образованием монозамещённых).
34. Получить диэтиловый эфир (двумя способами).
35. Из нитробензола получить *мета*-фенилендиамин.
36. Написать в порядке возрастания кислых свойств: фенол, воду, *орто*-нитрофенол, пикриновую кислоту, глицерин, метанол.
37. Как выделить фенол из смеси его с бензиловым спиртом? Написать уравнение реакции.
38. Какой продукт получится при действии металлического натрия на йодистый бензил?
39. Гидролизовать втор.бромистый бутил водной щёлочью и назвать полученное соединение.
40. Из бензола получить анизол.
41. Из метилацетилена получить  $\alpha$ -бромацетон; бромформ -  $\text{CHBr}_3$ .
42. Окислить пентанон-2 по Попову.
43. Получить бромангидрид  $\alpha$ -бромуксусной кислоты из этановой кислоты.
44. Написать альдольную и кротоновую конденсации для 2-метилпропаналя.
45. Какой продукт образуется, если к этиловому эфиру пропион-2-овой кислоты добавить  $\text{HBr}$ .
46. Из бензола получить ацетофенон (метилфенилкетон).
47. Какое соединение образуется при обработке на холоду изовалерианового альдегида водным раствором щёлочи?
48. Что получится при нагревании 2-оксибутановой кислоты?
49. Из гептаналя получить гептанол-2.
50. Получить фенилуксусную кислоту из бензилхлорида.
51. Написать конденсацию Кляйзена для этилового эфира изомасляной кислоты.
52. Из фенилуксусного альдегида получить фенилацетилен.
53. Из масляной кислоты получить дипропилкетон.
54. Из пропионового альдегида получить оксим, фенилгидразон, бисульфитное производное, циангидрин и ацеталь метилового спирта.
55. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:
 
$$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{Cl}}{\text{HC}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$$
56. Из какого спирта при окислении (условия) образуется метилэтилкетон?
57. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



58. Из адипиновой кислоты получить циклопентанон.

59. Из пропилена получить хлорангидрид изомаасляной кислоты.

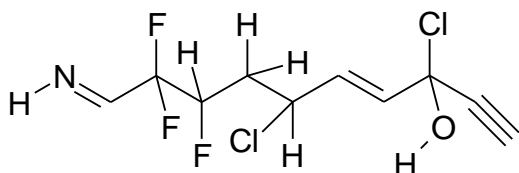
60. Написать реакцию:



### Пример билета итоговой контрольной работы по темам 17-19

#### Билет 1

1. Напишите структурную формулу диолеостеарилглицерина
2. Сколько оптических изомеров существует для соединения



3. Напишите структурную формулу  $\alpha$ , D-глюкопиранозы по Фишеру и по Хеурсу
4. Синтезировать дипептид аланилглицин
5. Напишите реакцию: пиридин + HI  $\rightarrow$

#### Вопросы к экзамену по дисциплине «Органическая химия»

1. Ионная и ковалентная связи в органических соединениях.
2. Координационная и семиполярная связи.
3. Номенклатура органических соединений.
4. Атомные орбитали S- и P-типа. Гибридизация орбиталей.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи.
5. Тетраэдрическая модель атома углерода. Теория строения Бутлерова.
6. Структурная изомерия и изомерия положения.
7. Индуктивный эффект и эффект сопряжения.
8. Алканы. Номенклатура, физические свойства, методы получения.
9. Химические свойства алканов.
10. Механизмы радикальных реакций (радикальное галогенирование и сульфохлорирование)
11. Алкены (этиленовые углеводороды),  $\pi$ -связь. Номенклатура, физические свойства, методы получения.
12. Правило Марковникова. Исключения из этого правила (перекисный эффект Хараши, присоединение к  $\alpha$ ,  $\beta$ -непредельным карбонильным соединениям).

13. Электронная природа двойной связи углерод-углерод. Цис-транс изомерия этиленовых углеводородов.
14. Химические свойства алкенов.
15. Алкины. Номенклатура, способы получения. Химические свойства.
16. Сходства и различия в химических свойствах алкенов и алкинов.
17. Диеновые углеводороды. Электронное строение. Методы получения.
18. Реакционная способность диеновых углеводородов в реакциях присоединения.
19. Полимеризация алкенов и диенов. Природный и синтетический каучук.
20. Ароматические углеводороды. Строение бензола. Ароматичность. Методы получения гомологов бензола.
21. Реакции электрофильного замещения (на примере соединений ароматического ряда).
22. Теория замещения в ароматических соединениях. Реакции электрофильного замещения. Ориентанты I рода (орто-, пара-ориентанты).
23. Теория замещения в ароматических соединениях. Реакции электрофильного замещения. Ориентанты II рода (мета-ориентанты).
24. Механизмы органических реакций – замещение, присоединение, отщепление.
25. Галогенпроизводные. Способы получения. Химические свойства.
26. Реакции нуклеофильного замещения (на примере реакционной способности моногалогенпроизводных алифатического ряда).
27. Спирты. Номенклатура. Физические свойства, методы получения.
28. Спирты. Физические и химические свойства спиртов.
29. Фенолы, методы получения. Реакционная способность. Свойства оксигруппы.
30. Способы получения и реакционная способность аминов. Четвертичные аммониевые основания.
31. Амины. Номенклатура. Химические свойства. Ароматические амины (получение, физические и химические свойства).
32. Кислотность и основность органических соединений на примере спиртов, фенолов и аминов.
33. Альдегиды и кетоны. Номенклатура и методы получения.
34. Химические свойства альдегидов и кетонов.
35. Альдегиды и кетоны. Реакции с участием  $\alpha$ -водородного атома.
36. Ароматические и непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения, свойства.
37. Производные карбоновых кислот. Эфиры, ангидриды, хлорангидриды, нитрилы, амиды. Роль амидной связи в белковых молекулах.
38. Карбоновые кислоты. Электронное строение карбоксильной группы. Мезомерия аниона. Способы получения карбоновых кислот.
39. Дикарбоновые кислоты. Цис-транс изомерия непредельных карбоновых кислот.

40. Двухосновные карбоновые кислоты. Малоновый эфир. Ароматические дикарбоновые кислоты. Лавсан (терилен). Диметилфтаат.
41. Непредельные карбоновые кислоты и их производные.
42. Производные карбоновых кислот. Эфиры, амиды, хлорангидриды, нитрилы. Капрон, нейлон.
43. Оксикислоты, классификация, способы получения, свойства, отношение к нагреванию, лактиды, лактоны.
44. Альдегидо- и кето-кислоты. Ацетоуксусный эфир. Таутомерия. Реакционная способность таутомерных форм.
45. Кетокислоты, кето-енольная таутомерия. Методы получения  $\alpha$ - и  $\beta$ -кетокислот.
46. Окисление органических соединений на примере алкенов, алкиларенов, кетонов.
47. Винные кислоты. Оптическая изомерия соединений с двумя асимметрическими атомами углерода. Диастереомеры. Проекционные формулы Фишера.
48. Оптическая изомерия. Асимметрический атом углерода, антиподы. Рацематы и их свойства.
49. Сахара, классификация. Распространение в природе и их роль в ней. Реакции моносахаридов.
50. Химические свойства моносахаридов. Отдельные представители моноз: D-глюкоза, D-галактоза, D-фруктоза. Витамин С. Гликозиды.
51. Фруктоза. Строение, таутомерия, свойства. Отличие от глюкозы.
52. Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза, сахароза, лактоза.
53. Конфигурация. Генетические ряды и стереоизомерия сахаров. Циклические формы. Понятие кольчато-цепной таутомерии.
54. Высокомолекулярные полисахариды. Крахмал. Целлюлоза.
55. Аминокислоты. Классификация, методы получения.
56. Физико-химические свойства и реакционная способность аминокислот.
57. Отношение аминокислот к нагреванию. Отдельные представители аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
58. Полипептиды и белковые вещества. Методы получения полипептидной связи.
59. Качественные реакции на аминокислоты и белки.
60. Гетероциклы. Ароматичность. Пиридин. Индол. Регуляторы роста растений. Основность. Пиримидиновые и пуриновые основания.
61. Гетероциклы. Классификация, ароматичность. Пиррол, фуран, тиофен. Понятие о строении гемина и хлорофилла.
62. Пятичленные гетероциклы. Ароматичность. Основность. Пиррол, фуран, тиофен, взаимные переходы.
63. Нуклеиновые кислоты, понятие о строении ДНК и РНК.
64. Водородная связь. Ее роль в структуризации биогенных полимеров – белков и нуклеиновых кислот.
65. Строение, свойства, переработка и применение жидких и твердых жиров.

66. Липиды. Жиры. Роль сложных липидов в формировании клеточных мембран.
67. Физико-химические методы исследования строения органических веществ.
68. Понятие о гербицидах, их важнейшие представители.
69. Понятие о фунгицидах, репеллентах, аттрактантах.
70. Понятие об инсектицидах, их важнейшие представители.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Органическая химия» может применяться балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний. Студент, набравший в течение семестра при освоении дисциплины необходимое для аттестации количество баллов, получает экзаменационную оценку по балльно-рейтинговой системе.

### Балльно-рейтинговая структура экзамена:

Индивидуальные домашние задания – 75 баллов (15 работ×5 баллов)

on-line тестирование – 50 баллов (10 работ× 5 баллов)

Рубежные контрольные работы – 150 баллов (3 работы ×50 баллов)

Лабораторные работы (оценивается подготовка к работам, качество выполнения работ и ведение тетради) – 30 баллов

Опрос на лабораторных работах – 55 баллов

Итоговая контрольная работа – 50 баллов

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max} = 75 + 50 + 150 + 30 + 55 + 50 = 410$  баллов.

Таблица 7

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
349 – 410	отлично
287 – 348	хорошо
205 – 286	удовлетворительно
0 – 204	неудовлетворительно

При несогласии с оценкой по балльно-рейтинговой системе студент имеет право на сдачу экзамена по традиционной системе.

### **Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)**

Таблица 8

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
---------------	----------------------------

Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, если был дан исчерпывающий ответ на все вопросы с незначительными недочётами. Умеет работать с базами данных, проводить эксперименты в виртуальных химических лабораториях.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний. Достаточно хорошо умеет работать с базами данных, проводить эксперименты в виртуальных химических лабораториях.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при подготовке ответов на вопрос. Работа с базами данных, проведение экспериментов в виртуальных химических лабораториях вызывает определенные затруднения.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, если не было ответа на поставленные вопросы. Не ориентируется в цифровом образовательном контенте.

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам, тестированиям и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за индивидуальное домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Виды текущего контроля: индивидуальные домашние задания, контрольные работы, тестирование, опрос по темам, защита лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: экзамен в 3-м семестре.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Органическая химия: Учебник для студентов вузов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 608 с.
2. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. 6-е изд. – М.: Юрайт, 2012. – 349 с.
3. Практикум по органической химии = Workshop on organic chemistry: учебное пособие / Н. Л. Багнавец, А.В. Осипова, И.И. Дмитриевская [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2022. — 104 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s16112022PrakOrgHim.pdf>.



## 7.2. Дополнительная литература

1. Белопухов С. Л. и др. Практикум по химии (информационно-справочные материалы к лабораторно-практическим занятиям). М., Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2013 г., 354 с.
2. Пржевальский Н. М., Токмаков Г. П., Дмитриев Л. Б., Нам Н.Л., Рожкова Е. Н. Идентификация неизвестного органического соединения. М. Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2017.
3. Белопухов С. Л., Пржевальский Н. М. и др. Сборник задач и упражнений по химии. М. Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015.

## 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Боев В.И., Дмитриев Л. Б., Токмаков Г.П., Грандберг И.И., Нам Н.Л., Рожкова Е. Н. Под общей ред. проф. Н. М. Пржевальского. «Организация учебного процесса по курсу «Органическая химия» (методические указания). Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.
2. Дмитриев Л. Б., Токмаков Г.П., Нам Н.Л., Углинский П.Ю., Рожкова Е. Н., Денисов П.Д.. Под общей ред. проф. Н. М. Пржевальского. «Самостоятельная работа студентов по курсу «Органическая химия» (методические указания). Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.
3. Пржевальский Н.М., Рожкова Е.Н., Нам Н.Л., Токмаков Г.П., Дмитриев Л.Б., Углинский П.Ю., Лукина И.В. Лабораторно-практические работы по органической химии (рабочая тетрадь). Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2017.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Программа ChemLab. – для проведения виртуальных химических экспериментов (открытый доступ)
2. Программа MathLab – для моделирования влияния условий химических реакций, катализаторов и ингибиторов на выход продуктов при проведении экспериментов (открытый доступ)
3. Scifinder - поиск методик синтеза, литературный и патентный поиск по химии(открытый доступ)
4. Acros organics - поиск в каталогах (открытый доступ)
5. ChemSource – Интернет-ресурс по разделам химии (открытый доступ)
6. ChemFinder Databases Search поисковая система по 100 химическим сайтам (открытый доступ)
7. База данных «Химия» Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ). Доступны следующие базы данных, содержащие информацию в области химии: Химия, Физико-химическая биология, Охрана окружающей среды, Обзоры.
8. [www. webelements.com](http://www.webelements.com) (открытый доступ)

9. [www.ximuk.ru](http://www.ximuk.ru) (открытый доступ)
10. [www.scifinder.cas.org](http://www.scifinder.cas.org) База данных SciFinder (CAS). Крупнейшая коллекция данных об органических и неорганических веществах; Библиографические данные из более 50 000 журналов (185 стран) и патенты из 63 патентных ведомств. Современные достижения науки аннотируются, как только они опубликованы.
11. [www.reaxys.com](http://www.reaxys.com) База данных Reaxys:  
содержит данные о свойствах и реакциях химических веществ, методиках проведения экспериментов;  
помогает исследователям находить физико-химические и биологические, спектральные и хроматографические магнитные и механические, электрохимические и оптические, физические и термомеханические, кристаллические и многие другие свойства химических соединений;  
находить и быстро анализировать необходимую литературу и патенты по заданной теме;  
планировать в автоматическом и ручном режиме, а также оценивать варианты синтеза или приобретения интересующих химических соединений;  
находить методики проведения химических процессов или анализа соединений;  
сравнивать собственные и опубликованные экспериментальные данные;  
строить гибкие поисковые запросы по любым поисковым полям, например, по химической структуре или ее части, по формуле Маркуша, по брутто-формуле, по свойствам или условиям превращения соединений.
12. <http://zinc15.docking.org> ZINC - бесплатная база данных более 230 млн соединений 3 D формате, которые могут использоваться для виртуального скрининга.
13. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> База данных PubChem состоит из 3 частей:  
Compounds, 103 млн. данных о чистых и охарактеризованных химических соединениях.  
Substances, 253 млн. данных об известных веществах, в т.ч. о смесях, экстрактах, комплексах и не охарактеризованных веществах. Одно соединение может существовать в виде множества веществ!
- BioAssays, данные о более чем 1, 1 млн биологических тестов: всего 268 млн записей о биологической активности соединений.
14. <http://www.chemspider.com/> ChemSpider структурная мета-база, предоставляющая быстрый текстовый и структурный поиск и доступ к более чем 67 млн структур из 279 источников.
15. <https://www.ebi.ac.uk/chembl/> ChEMBL – база данных биоактивных «лекарствоподобных» малых молекул, биологических мишеней и лекарств. Содержит 2D - структуру, рассчитываемые свойства (например, log P, молекулярный вес, и др.) и аннотируемую из литературы биологическую активность (например, константы связывания, фармакологические и ADMET свойства).

Следующие ссылки содержат более 250 виртуальных лабораторий, которые представляют собой виртуальные комплексы, в которых воссоздается среда реального помещения, лаборатории и студент в соответствии с методикой, которую предложил преподаватель, и которую поддерживает комплекс, может выполнить все эксперименты и расчеты.

16. [https://portal.tpu.ru/ceor/v\\_lab](https://portal.tpu.ru/ceor/v_lab). Виртуальные лаборатории Томского Политеха.

17. <https://pl-llc.ru/> Виртуальная лаборатория ProgramLab.

18. <https://phet.colorado.edu/> (PhET - University of Colorado Boulder) - симуляторы по физике, химии, математике, биологии, наукам о земле. Преподавателям предоставляется доступ к обучающим ресурсам и советам по использованию симуляторов.

19. <https://vrchemlab.ru/> VR Chemisrty Lab – безопасная химическая лаборатория в виртуальной реальности.

20. <https://www.youtube.com/channel/UCr1PT0JducMG1-SP8hpt18A>. NC State Undergraduate Organic Chemistry Teaching Laboratories - S.M.A.R.T. Lab Videos видео по органическому синтезу.

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, Большая химичка, учебная аудитория для чтения лекций (200 человек) и проведения занятий лекционного типа)	1.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв.№ 410124000602969) 2. Трибуна 1 шт (Инв.№591742) 3. Доска меловая – 3 шт. 4.Стол письменный – 1 шт

<p><b>Учебный корпус №6, ауд. 330</b>  <i>Учебная аудитория для чтения лекций, проведения лабораторных работ, практических занятий, для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство для сушки посуды ПЭ -2000 1 шт. (Инв. № 558405/3)</li> <li>2. Шкаф для хим. посуды 1 шт. (Инв. № 558596)</li> <li>3. Шкаф для хим. реактивов 1 шт. (Инв. № 558596/1)</li> <li>4. Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв. № 558883, Инв. № 591717/1, Инв. 602449, Инв. № 602471)</li> <li>5. Сушильный шкаф PD 115 1 шт. (Инв. № 558344)</li> <li>6. Мойка лабораторная 7 шт. (Инв. №558595/1, Инв. №558595/2, Инв. №558595/3, Инв. №558595/4, Инв. №558595/5, Инв. №558595/6, Инв. №558595)</li> <li>7. Вытяжной шкаф 4 шт. (Инв. №558597/1, Инв. №558597, Инв. №558597/2, Инв. №558597/3)</li> <li>8. Лабораторный стол – 30 шт.</li> <li>9. Доска меловая – 1 шт.</li> <li>10. Стул-табурет – 30 шт.</li> <li>11. Штативы 10 шт.</li> <li>12. Газовые горелки 8 шт.</li> <li>13. Электрические плитки 2 шт. «Ока-5».</li> <li>14. Весы электронные 1 шт. «Ohaus» model Pro SPU 202</li> </ol>
<p><b>Учебный корпус №6, ауд. 221</b>  <i>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, практических занятий, для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство для сушки посуды ПЭ – 2000 1 шт. (Инв. №558405/1)</li> <li>2. Доска аудиторная 1 шт. (Инв. № 560483)</li> <li>3. Столики подъемные 3 шт. (Инв. № 558404/20, Инв. № 558404/21, Инв. № 558404/22)</li> <li>4. Сушильный шкаф 1 шт. (Инв. № 558344/2)</li> <li>5. Мойка лабораторная 4 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4)</li> <li>6. Шкаф для хим. реактивов 1 шт. (Инв. № 558505/1)</li> <li>7. Шкаф для хим. посуды 1 шт. (Инв. № 558505/1)</li> <li>8. Шкаф вытяжной 5 шт. (Инв. № 558507/5, Инв. № 558507/6, Инв. №558507/7, Инв. №558507/8, Инв. №558507/4)</li> <li>9. Столы лабораторные 30 шт.</li> <li>10. Стул-табурет 30 шт.</li> <li>11. Стол письменный 1 шт.</li> <li>12. Вешалка для одежды вертикальная 1шт. (Инв. № 333144)</li> <li>13. Штативы 10 шт.</li> <li>14. Газовые горелки 8 шт.</li> <li>15. Электрические плитки 2 шт. «Ока-5».</li> <li>16. Весы электронные 1 шт. «Ohaus» model Pro SPU 202</li> </ol>
<p><b>Учебный корпус №6, ауд. 222</b>  <i>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, практических занятий, для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство для сушки посуды ПЭ – 2000 1 шт. (Инв. №558405/1)</li> <li>2. Доска аудиторная 1 шт. (Инв. № 560483)</li> <li>3. Столики подъемные 3 шт. (Инв. № 558404/20, Инв. № 558404/21, Инв. № 558404/22)</li> <li>4. Сушильный шкаф 1 шт. (Инв. № 558344/2)</li> <li>5. Мойка лабораторная 4 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4)</li> <li>6. Шкаф для хим. реактивов 1 шт. (Инв. № 558505/1)</li> <li>7. Шкаф для хим. посуды 1 шт. (Инв. № 558505/1)</li> <li>8. Шкаф вытяжной 5 шт. (Инв. № 558507/5, Инв. № 558507/6, Инв. №558507/7, Инв. №558507/8, Инв. №558507/4)</li> <li>9. Столы лабораторные 30 шт.</li> <li>10. Стул-табурет 30 шт.</li> </ol>

	11. Стол письменный 1 шт. 12. Вешалка для одежды вертикальная 1шт. (Инв. № 333144) 13. Штативы 10 шт. 14. Газовые горелки 8 шт. 15. Электрические плитки 2 шт. «Ока-5». 16. Весы электронные 1 шт. «Ohaus» model Pro SPU 202
Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова. Читальный зал.	Для самостоятельной работы студентов
Общежития. Комнаты для самоподготовки.	Для самостоятельной работы студентов

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Органическая химия» студентам необходимо иметь рекомендуемые учебники и учебные пособия. При освоении каждой из тем дисциплины студент должен посещать лекции, внимательно изучить и законспектировать материал по определенной теме, подготовиться к выполнению лабораторной работы, выполнить лабораторную работу в лаборатории и защитить её. Каждый из видов учебной деятельности оценивается в баллах и учитывается в рейтинге студента. Для самоконтроля студентов предназначены индивидуальные задания, контрольные вопросы и упражнения и вопросы для подготовки к опросу. Контроль освоения тем студентом осуществляется в виде контрольных работ и опроса по темам.

Для конспектирования материалов занятий рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждого занятия следует начинать с названия темы и указания даты его проведения. Все заголовки разделов материала следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время занятия следует внимательно следить за ходом мысли преподавателя и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, названия веществ, уравнения химических реакций. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует преподаватель. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя. Работать с конспектом нужно еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования лабораторных работ следует завести отдельную тетрадь из 48 листов (лабораторный журнал). При подготовке к лабораторной работе следует составить краткий (1-1,5 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная лабораторная работа. Для подготовки конспекта используют главы учебника, рекомендованные преподавателем, и конспект, записанный на занятии. Также при домашней самостоятельной подготовке к лабораторной работе нужно начертить таблицы, приведённые в практикуме, и произвести необходимые для проведения работы расчёты. Домашняя подготовка является необходимой частью лабораторной работы. Без неё невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение

лабораторной работы, требует хорошо скоординированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

Для повторения и проработки знаний, полученных на лабораторных работах, рекомендуется применять виртуальный программный лабораторный комплекс (по выбору).

В ходе занятия нужно активно работать, отвечая на вопросы преподавателя, участвуя в дискуссии и задавая собственные вопросы для уяснения сложного для понимания материала.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при проведении всех лабораторных работ.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные лабораторные работы, невыполненные индивидуальные домашние задания, контрольные работы, коллоквиум) должны быть ликвидированы. Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Самостоятельная работа студентов над курсом дисциплины «Химия» заключается в систематической работе с учебником и лекциями, подготовке к лабораторным работам, контрольным работам и коллоквиумам. Особое место в самостоятельной работе занимает выполнение индивидуальных домашних заданий, которые позволяют осуществлять самоконтроль усвоения учебного материала, прививают навыки поиска необходимой химической информации и необходимых в будущей практической деятельности бакалавров химических расчетов.

При решении задач необходимо разобрать все типовые задачи, приведённые ко всем темам, что поможет в выполнении индивидуального домашнего задания и контрольной работы, которая завершает каждую тему курса.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Пропущенные лекции студент отрабатывает самостоятельно, изучая учебник и дополнительную литературу по соответствующим темам.

Студент, пропустивший лабораторные занятия, обязан подготовить конспект пропущенной лабораторной работы, предоставить решение тестовых заданий по пропущенной теме и в присутствии лаборанта кафедры отработать её в свободное от занятий время. Студент без конспекта лабораторной работы не

допускается до отработки. После выполнения лабораторной работы лаборант в конспекте ставит дату отработки и подпись.

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольной работе и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем.


### **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Специфика дисциплины «Органическая химия» заключается в неразрывной связи теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях и при самостоятельной подготовке, подтверждаются и усваиваются на лабораторных занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания химии в объёме школьной программы и математики. Повышение уровня знаний по химии у студентов неразрывно связано с поиском и внедрением новых путей совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, природных минералов, демонстрация опытов;
- решение химических расчётных и экспериментальных задач как метод обучения химии;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- использование различных программных продуктов, предназначенных для имитационного выполнения лабораторных работ по курсу органической химии (Виртуальные лаборатории Томского Политеха, ProgramLab, PhET, VR Chemisrty Lab, Virtual Chemistry Experiments);
- применение современных цифровых инструментов, интернет-ресурсов (Яндекс Диск, [облако@mail.ru](mailto:облако@mail.ru), zoom, Yandex Telemost, Webinar, Trello, Padlet, Teams, Moodle);
- знакомство с электронными базами данных SciFinder (CAS), Reaxys, ZINC, PubChem, ChEMBL, Chem Spider;
- организация индивидуальной работы студентов с учётом уровня подготовки;
- систематический контроль знаний в процессе обучения (проверка индивидуальных заданий, проведение контрольных работ, опросов по темам, приём лабораторных работ, on-line тестирование).

**Программу разработал:**

Браташ Г.С., к.х.н.



## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленности «Биотехнология микроорганизмов», «Биотехнология и молекулярная биология» (квалификация выпускника – бакалавр)**

Серегиной И.И., профессором кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, профили «Биотехнология микроорганизмов» и «Биотехнология и молекулярная биология» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре химии (разработчик – Браташ Г.С., кандидат химических наук, доцент кафедры химии).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 – Биотехнология. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1. О.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.03.01 – Биотехнология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной Б1.О.10.03 «Органическая химия» закреплено 3 компетенция. Дисциплина Б1.О.10.03 «Органическая химия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина Б1.О.10.03 «Органическая химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – Биотехнология и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» предполагает 4 занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 – Биотехнология.

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (контрольные работы, защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.



Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1. О. ФГОС направления 19.03.01 – Биотехнология.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (учебные пособия), дополнительной литературой – 3 наименования, методическими указаниями – 3 источник, Интернет-ресурсы – 20 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 19.03.01 – Биотехнология.

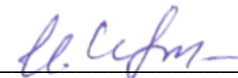
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине Б1.О.10.03 «Органическая химия».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины Б1.О.10.03 «Органическая химия» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленности (профили) «Биотехнология микроорганизмов», «Биотехнология и молекулярная биология» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Браташом Г.С., кандидатом химических наук, доцентом кафедры химии наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Серегина И.И., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук



« 26 » августа 2023 г.