

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 05.09.2022 08:28:44  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_Ворончихина Л.И.

28 апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## **СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Органическая химия

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: доцент, к.х.н. Егорова И.Ю.

Тверь, 2021

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является: формирование компетенций в области современных методов изучения строения и реакционной способности молекул, систематизация и углубление знаний в области теоретической органической химии.

*Задачами* освоения дисциплины являются:

- углубленное освоение понятийного аппарата, базовых положений и понятий теоретической органической химии;
- закрепление навыков поиска, анализа и обобщения научных данных;
- формирование представлений о направлениях развития современной теоретической органической химии.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина входит в Элективные дисциплины 1 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Дисциплина «Строение и реакционная способность органических соединений» предполагает углубленное изучение основных положений и понятий теории химического строения органических соединений, а также формирование представлений о направлениях развития современной теоретической органической химии магистрантами 1-го года обучения.

Знания, полученные студентами на данном этапе обучения, являются базовыми для прохождения таких дисциплин, как «Актуальные задачи современной химии», «Механизмы органических реакций». Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующей для подготовки выпускной квалификационной работы, для научно-исследовательской практики.

Дисциплина включает проведение лекций и лабораторных работ, на которых у магистрантов развиваются навыки к применению усвоенного ими теоретического и фактического материала, а также стимулирует самостоятельную работу обучающихся.

**3. Объем дисциплины: 4 зачетных единиц, 144 академических часа,**

**в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции - 15 часов, лабораторные работы - 45 часов, в т.ч. практическая подготовка – 45 часов;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы 10 часов;

**самостоятельная работа:** 47 часов, контроль – 27 часов.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения.	<b>ОПК-1.1</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук. <b>ОПК-1.2</b> Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.
<b>ОПК-2</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	<b>ОПК-2.1</b> Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их. <b>ОПК-2.2</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**  
экзамен в 1-м семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы	
<b>Тема 1. Введение. Цель и задачи курса</b> Место предмета в ряду химических дисциплин.	1	1	–	–	2/0

<p><b>Тема 2. <u>Основные положения и понятия теории химического строения</u></b>          Доэлектронные представления и теории, предшествовавшие теории строения. Теория радикалов. Теория типов. Унитарная теория. Работы Кекуле. Представления Кольбе. Доклад Бутлерова.</p>		2	6	2	10/6
<p><b>Тема 3. <u>Химические связи в органических соединениях</u></b>          Типы связей. Ионная и ковалентная связи. Способы изображения связей. Зависимость свойств органических соединений от характера связей. Общие представления о различных видах электронных облаков ковалентных связей. Пространственная направленность, полярность, поляризуемость ковалентных связей. Строение предельных, непредельных и ароматических соединений. Ароматичность и антиароматичность. Состояние связей углерода. Особенности.</p>		4	12	2	10/6
<p><b>Тема 4. <u>Электронные представления в теории строения</u></b>          Распределение электронной плотности в органических молекулах. Квантово-механические основы теории строения. Ограниченность концепции в целочисленности связей. Понятие о резонансе (мезомерии, сопряжении). Методы оценки взаимного влияния атомов. Индуктивный эффект. Мезомерный эффект. Эффект сверхсопряжения. Количественная оценка. Влияние заместителей на равновесные процессы. Корреляционное уравнение Гаммета, константы Гаммета.</p>		6	15	3	15/10

<b>Тема 5. <u>Кислотность и основность органических соединений</u></b> Определение понятий «кислота» и «основание». Бренстедовская и Льюисовская кислотность и основность. Типы органических кислот и общие закономерности зависимости кислотности от строения. Типы органических оснований и основные зависимости от строения. Зависимость кислотности - основности от среды.		2	12	3	10/5
<b>ИТОГО</b>	144	15	45	10	47/27

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>Тема 1.</b> Введение. Цель и задачи курса Место предмета в ряду химических дисциплин.	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>цифровые (показ презентации)</li> </ul>
<b>Тема 2.</b> Основные положения и понятия теории химического строения	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекции</li> <li>лабораторные работы</li> <li>контрольная работа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>проблемная лекция</li> <li>цифровые (показ презентаций),</li> <li>групповая работа</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>
<b>Тема 3.</b> Химические связи в органических соединениях	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекции</li> <li>лабораторные работы</li> <li>модульная контрольная работа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>цифровые (показ презентаций),</li> <li>решение задач и упражнений</li> <li>групповая работа</li> </ul>
<b>Тема 4.</b> Электронные представления в теории строения	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекции</li> <li>лабораторные работы</li> <li>контрольная работа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>цифровые (показ презентаций),</li> <li>технология проблемного обучения</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>
<b>Тема 5. <u>Кислотность и основность органических соединений</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>лекции</li> <li>лабораторные работы</li> <li>модульная контрольная работа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>цифровые (показ презентаций),</li> <li>групповая работа</li> <li>решение задач и упражнений</li> </ul>

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Результат (индикатор)	Примерная формулировка заданий	Вид/способ	Критерии оценивания
<b>Оценочные материалы для проведения текущей аттестации</b>				
1.	ОПК-1.1	<p>1. Охарактеризуйте электронное строение фурана, учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и кислорода, изобразите графически. Сколько электронов образуют сопряженную <math>\pi</math>-систему?</p> <p>2. Как различаются по электронной плотности бензольные кольца в молекулах тирозина [2-амино-3-(<i>n</i>-гидроксифенил)-пропановой кислоты] и фенилаланина (2-амино-3-фенил-пропановой кислоты)?</p>	<p><b>вид:</b> лабораторная работа</p> <p><b>способ:</b> письменный</p>	<p>Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла.</p> <p>Имеется верное решение только части задания – 1 балл.</p> <p>1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
2.	ОПК-1.1	<p>1. (Диэтиламино)этиламид <i>n</i>-аминобензойной кислоты применяется в медицинской практике в виде гидрохлорида под названием новокаинамид. Определите место протонирования в исходной молекуле. Укажите правильный ответ:</p> <p>а) только атом кислорода; б) только три атома азота; в) атом кислорода и атом азота в незамещенной аминогруппе; г) атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе и атом азота в монозамещенной аминогруппе; д) атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе, атом азота в монозамещенной аминогруппе и атом азота в дизамещенной аминогруппе.</p>	<p><b>вид:</b> контрольная работа</p> <p><b>способ:</b> письменное тестирование</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл.</p> <p>Тест из 10 заданий: 4-5 баллов – «3»; 6-8 баллов – «4»; 9-10 баллов – «5».</p>

		<p>2. Установите соответствие между соединениями и типами связи: а) метан; б) этил иодид; в) метанол; г) нитроэтан; д) хлорид аммония.</p> <p>Типы связи: 1) ковалентная полярная; 2) ковалентная неполярная; 3) ковалентная полярная и семиполярная; 4) ионная.</p>		
3.	ОПК-1.2	<p>1. Систематическое название лекарственного средства терпина – 4-(1-гидрокси-1-метилэтил)-1-метилцикло-гексанол. Приведите его структуру и отметьте в ней первичный, вторичный и третичный атомы углерода. К какому классу относится терпин?</p> <p>2. Многие природные соединения, используемые в фармации, являются производными фенантрена. Определите, является ли фенантрен ароматическим соединением.</p>	<p><b>вид:</b> лабораторная работа</p> <p><b>способ:</b> письменный</p>	<p>Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла.</p> <p>Имеется верное решение только части задания – 1 балл.</p> <p>1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
4.	ОПК-1.2	<p>1. Электронодонорное (ЭД) или электроноакцепторное (ЭА) влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле ванилина (3-метилокси- 4-гидрокси-бензальдегид)? Укажите правильный ответ:</p> <p>а) ОН–ЭА; СН<sub>3</sub>О–ЭД; СНО–ЭД; б) ОН–ЭД; СН<sub>3</sub>О–ЭД; СНО–ЭА; в) ОН–ЭД; СН<sub>3</sub>О–ЭА; СНО–ЭД; г) ОН–ЭД; СН<sub>3</sub>О–ЭА; СНО–ЭА; д) ОН–ЭА; СН<sub>3</sub>О–ЭА; СНО–ЭА.</p>	<p><b>вид:</b> контрольная работа</p> <p><b>способ:</b> письменное тестирование</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл.</p> <p>Тест из 5 заданий: 2-3 балла – «3»; 4 балла – «4»; 5 баллов – «5».</p>
5.	ОПК-2.1	<p>1. Проанализируйте и изобразите графически распределение электронной плотности в молекуле кротоновой ((Е)-бутен-2-вой) кислоты. Укажите виды сопряжения и сравните электроотрицательность атомов в сопряженном фрагменте.</p>	<p><b>вид:</b> лабораторная работа</p> <p><b>способ:</b> письменный</p>	<p>Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла.</p>

		<p>2. Проанализируйте, в каком из двух карбанионов (1) или (2) более эффективно делокализуется отрицательный заряд под влиянием заместителей, связанных с анионным центром?</p> $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}^{(-)}-\text{CH}=\text{O} \quad (1)$ $\text{CH}_3\text{CH}^{(-)}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O} \quad (2)$		<p>Имеется верное решение только части задания – 1 балл.</p> <p>1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
6.	ОПК-2.1	<p>1. Какое количество изомеров существует для ациклических соединений состава <math>\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}</math>.</p> <p>а) 4; б) 5; в) 6; г) 7; д) 8.</p> <p>2. Определите место протонирования в молекуле 2-(диэтиламино)этиламида <i>n</i>-аминобензойной кислоты.</p> <p>а) только атом кислорода; б) три атома азота; в) атом кислорода и атом азота в незамещенной аминогруппе; г) атом кислорода, атомы азота в незамещенной аминогруппе и в монозамещенной аминогруппах; д) атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе, атом азота в монозамещенной аминогруппе и атом азота в дизамещенной аминогруппе.</p>	<p><b>вид:</b> контрольная работа</p> <p><b>способ:</b> письменное тестирование</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл.</p> <p>Тест из 5 заданий:</p> <p>2-3 балла – «3»; 4 балла – «4»; 5 баллов – «5».</p>
7.	ОПК-2.2	<p>1. Сформулируйте заключение: проявляют ли одинаковые функциональные группы одни и те же электронные эффекты в молекулах 2-аминоэтансульфоновой кислоты (таурина) и <i>n</i>-аминобензолсульфоновой (сульфаниловой) кислоты?</p> <p>2. По результатам анализа литературных данных о строении молекулы ванилина, сделайте вывод: электронодонорное или электроноакцепторное влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца ванилина каждая из функциональных групп?</p>	<p><b>вид:</b> лабораторная работа</p> <p><b>способ:</b> письменный</p>	<p>Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла.</p> <p>Имеется верное решение только части задания – 1 балл.</p> <p>1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
8.	ОПК-2.2	<p>Назовите изображенное в виде проекционной формулы Ньюмена следующее</p>	<p><b>вид:</b> контрольная работа</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл.</p>



		соединение по заместительной номенклатуре IUPAC а) 1-карбоксо-2-метилпропандиол-1,3 б) 3-метилбутандиол-2,4-овая кислота в) 2,4-дигидрокси-3-метилбутановая кислота г) 1-карбоксо-1,3-дигидрокси-2-метилпропан д) 3-метил-2,4-дигидроксибутановая кислота	<b>способ:</b> письменное тестирование	Тест из 5 заданий: 2-3 балла – «3»; 4 балла – «4»; 5 баллов – «5».
<b>Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации</b>				
9.	ОПК-1.1	1. Многие природные соединения, используемые в фармацевтике, являются производными фенантрена. Определите, является ли фенантрен ароматическим соединением. 2. Расположите в ряд в порядке уменьшения полярности связи С=О следующие соединения: трифторацетон, хлорацетон, гексафторацетон, ацетон.	<b>вид:</b> модульная контрольная работа <b>способ:</b> письменный	Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла. Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
10.	ОПК-1.2	1. В состав коры входит хинная кислота. Выделите в ее молекуле родоначальную структуру и функциональные группы. Назовите хинную кислоту по заместительной номенклатуре. 2. Расположите в порядке возрастания констант диссоциации следующие кислоты: цианоуксусную, β-цианопропионовую, α-цианопропионовую. Будут ли эти кислоты сильнее уксусной.	<b>вид:</b> модульная контрольная работа <b>способ:</b> письменный	Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла. Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
11.	ОПК-2.1	1. Расположите соединения каждой группы в ряд по уменьшению кислотности в жидкой фазе; а) фенол, <i>n</i> -метилфенол, <i>n</i> -нитрофенол; б) бензиловый спирт, бензиламин, бензилмеркаптан; в) этин, этилен, ацетилен.	<b>вид:</b> модульная контрольная работа <b>способ:</b> письменный	Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла. Имеется верное решение только части задания – 1 балл.

		2. Объясните, почему в отличие от фенола 2,4-динитрофенол растворяется в водном растворе $\text{NaHCO}_3$ . Написать реакцию.		1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
12.	ОПК-2.2	1. Изобразите строение <i>n</i> -бромнитробензола в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие. 2. Определите, в одинаковой ли последовательности снижается основность в газовой фазе и в водном растворе в каждой из следующих групп соединений: а) диметиламин и триметиламин; б) этанол и диэтиловый эфир; в) пропанол-2, метанол, трет.бутанол; г) диэтиловый эфир и диэтилсульфид; д) пропанол-1 и пропантиол-1; е) диметиламин и диметилсульфид.	<b>вид:</b> модульная контрольная работа <b>способ:</b> письменный	Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла. Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

### Шкала и критерии выставления оценок за дисциплину:

Шкала и критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ). Положительная оценка может быть выставлена только в том случае, если выполнены все индикаторы.

### Критерии оценок по экзаменационному тестовому заданию

Один правильный ответ – 1 балл

Количество правильных ответов	Оценка
0-9	2
10-15	3
16-19	4
20-22	5

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 1) Рекомендуемая литература

### а) Основная литература

1. Самуилов Я.Д. Реакционная способность органических соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Я.Д. Самуилов, Е.Н. Черезова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 430 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62653.html>

### б) Дополнительная литература

1. Найденко Е.С. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Найденко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 91 с. — 978-5-7782-2513-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44674.html>

## 2) Программное обеспечение

- WindowsXP
- ChemOffice10.0 2009
- ChemSketch 20010
- ISIS<sup>TM</sup>/Draw 2/4 2001

## 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Российский образовательный портал
- Электронная научная библиотека ТвГУ – <http://www.academiaXXI.ru>;
- <http://www.soft.intbel.ru> – обзор программных средств;
- <http://www.akelpad.net.ru> – текстовые редакторы;
- <http://www.babylon.com> – словарь;
- <http://www.ice-graphies.com> – программа для чтения электронных книг.

## 4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Электронная образовательная среда ТвГУ <http://lms.tversu.ru>
- Научная библиотека ТвГУ <http://library.tversu.ru>.

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Темы курсовых работ**

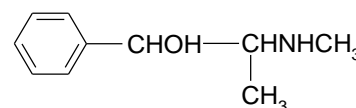
1. Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова и современная трактовка.
2. Доэлектронные представления и теории, предшествовавшие теории строения.
3. Общие представления о различных видах электронных облаков ковалентных связей.
4. Ионная связь. Водородная и металлическая связь.

- Классификация и типы химических связей.
- Получение и химические свойства циклогексадиенинов.
- Карбены и нитены. Получение, свойства.
- Кислоты и основания Бренстеда.
- Кислоты и основания Льюиса.
- Количественная оценка влияния заместителей на равновесные процессы. Уравнение Гаммета.

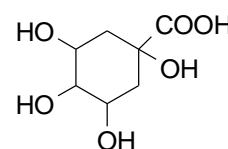
### Задания для самостоятельной работы

#### Классификация, номенклатура и структурная изомерия

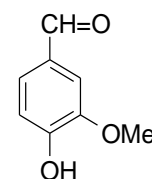
- Приведите все структурные изомеры циклических соединений состава  $C_6H_{12}$  и назовите их по заместительной и радикально-функциональной номенклатурам. К каким классам относятся эти соединения? Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.
- Приведите все структурные изомеры ациклических соединений состава  $C_4H_{10}O$  и назовите их по заместительной и радикально-функциональной номенклатурам. К каким классам относятся эти соединения? Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.
- В молекуле алкалоида эфедрина выделите родоначальную структуру, функциональные группы и назовите это соединение по заместительной номенклатуре.



- В состав коры входит хинная кислота. Выделите в ее молекуле родоначальную структуру и функциональные группы. Назовите хинную кислоту по заместительной номенклатуре.



- Назовите цитраль  $(CH_3)_2C=CHCH_2CH_2C(CH_3)=CH-CH=O$  по заместительной номенклатуре. К какому классу относится это соединение?
- В молекуле ванилина выделите функциональные группы и назовите это соединение по заместительной номенклатуре. Приведите структуры 3-4 ароматических альдегидов изомерных ванилину.



- Систематическое название лекарственного средства терпина

—  
4-(1-гидрокси-1-метилэтил)-1-метилциклогексанол. Приведите его структуру и отметьте в ней первичный, вторичный и третичный атомы углерода. К какому классу относится терпин?

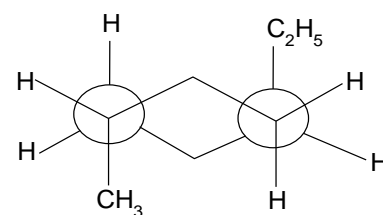
- Основу сульфамидных препаратов составляет сульфаниловая кислота. Назовите ее по заместительной номенклатуре. Приведите структуры еще трех ароматических соединений этого же состава  $C_6H_7NO_3S$ .

#### Пространственное строение и стереоизомерия

- Сколько плоскостей симметрии имеет молекула каждого из следующих соединений: этанола, хлороформа, бромхлорметана, этилена, пропена, *цис*-бутена-2?

10. Изобразите с помощью формул Ньюмена конформации бутанола-1, возникающие при вращении связи С-1-С-2. Укажите вырожденные конформации.

11. Назовите по заместительной номенклатуре соединение (1), изображенное в виде формулы Ньюмена. Имеет ли молекула этого соединения плоскость симметрии? Существует ли более выгодная по сравнению с приведенной конформация этого соединения?



(1)

12. Приведите наиболее выгодные конформации *цис*- и *транс*-1-изопропил-3-метилциклогексана и изобразите их с помощью формул Ньюмена.

13. Приведите структуры изомерных кислот  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$  и дайте им систематические названия с учетом пространственного строения. Различаются ли эти стереоизомеры по физическим свойствам?

14. Можно ли только с помощью метода поляриметрии идентифицировать изомеры в следующих парах (R)- и (S)-глицериновые альдегиды; (R)- и (S)-молочные кислоты; (S)-аланин и  $\beta$ -аланин; (+) и (-)-валины; (R)- и (S)-бутанола-2?

#### Взаимное влияние атомов в молекуле

15. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атома углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в молекуле пропена.

16. Определите вид сопряжения в молекуле простейшего непредельного альдегида – пропеналя – акролеина - и схематически изобразите перекрывание *p*-орбиталей в сопряженной системе.

17. Многие природные соединения, используемые в фармации, являются производными фенантрена. Определите, является ли фенантрен ароматическим соединением.

18. Изобразить схематически перекрывание *p*-орбиталей сопряженной системы в молекуле кротоновой ((E)-бутен-2-вой) кислоты, содержащейся в кротоновом масле).

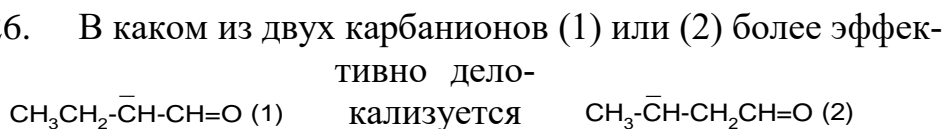
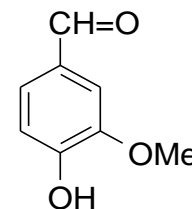
19. Покажите графически, как распределена электронная плотность в молекуле кротоновой ((E)-бутен-2-вой) кислоты. Укажите виды сопряжения и сравните электроотрицательность атомов в сопряженном фрагменте.

20. Укажите вид и знак электронных эффектов алкильных групп в следующих ионах:  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{O}^+\text{H}$ ,  $\text{CH}_3\text{O}^+\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^+$ .

21. Как различаются по электронной плотности бензольные кольца в молекулах тирозина [2-амино-3-(*n*-гидроксифенил)пропановой кислоты] и фенилаланина (2-амино-3-фенилпропановой кислоты)?

22. Проявляют ли одинаковые функциональные группы одни и те же электронные эффекты в молекулах 2-аминоэтансульфоновой кислоты (таурина) и *n*-аминобензолсульфоновой (сульфаниловой) кислоты?

23. Расположите в ряд по увеличению электронной плотности в бензольном кольце следующие соединения: фенол, 4-гидрокси-3-нитробензолсульфоновая кислота, бензол.
24. Какой из диеновых фрагментов в молекулах – пентадиена-1,3 или сорбиновой кислоты  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$  – имеет большую электронную плотность?
25. Электронодонорное или электроноакцепторное влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле ванилина?
26. В каком из двух карбанионов (1) или (2) более эффективно делокализуется отрицательный заряд под влиянием заместителей, связанных с анионным центром?
27. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразить одни предельные структуры в другие: *n*- $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ; *m*- $\text{H}_2\text{C}=\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ .
28. Определите виды гибридизации атомов углерода в молекуле пентен-3-ина-1 и расположите атомы в ряд по уменьшению электротрицательности.



отрицательный за-

ряд под влиянием заместителей, связанных с анионным центром?

## Лабораторный практикум

### Лабораторная работа № 1. Классификация, номенклатура и структурная изомерия

1. Приведите все структурные изомеры ациклических соединений состава  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  и назовите их по заместительной номенклатуре и радикало-функциональной номенклатуре. К каким классам относятся эти соединения? Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.
2. Приведите структурную формулу 2-амино-3-{4-[бис(2-хлорэтил) амино] фенил} пропановая кислота.
3. Приведите все структурные изомеры циклических соединений состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  и назовите их по заместительной номенклатуре. Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.
4. Приведите структурную формулу эфедрина – 2-N-метиламино-1-фенилпропанол-1.
5. Приведите структурные изомеры соединений состава  $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$ , содержащие бензольное кольцо, и назовите их по заместительной номенклатуре. К каким классам относятся эти соединения?
6. Основу биологически активных простагландинов составляет простапановая кислота. Приведите ее структурную формулу.

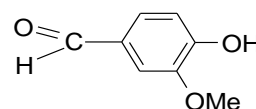
7. Приведите структурные изомеры соединений состава  $C_8H_{10}O$ , исключив изомеры положения заместителей в бензольном кольце. Назовите их по заместительной номенклатуре.
8. Приведите структурную формулу димедрола N,N-диметил-2-(дифенилметокси) этанамина.

*Лабораторная работа № 2. Пространственное строение и стереоизомерия*

1. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов в молекуле, изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в бутадиене -1,3.
2. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и кислорода, изобразите графически электронное строение фурана. Сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?
3. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в бутадиене -1,2.
4. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и серы, графически изобразите электронное строение тиафена. Сколько и какие электроны образуют сопряженную  $\pi$ -систему.
5. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в антраcene. Чему равно  $n$  и сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?
6. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и азота, графически изобразите схему электронного строения пиримидина.
7. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атома углерода, изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в фенантрене. Чему равно  $n$  и сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?
8. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и азота, графически изобразите схему электронного строения имидазола.

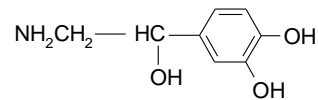
*Лабораторная работа № 3. Взаимное влияние атомов в молекуле*

1. Электронодонорное или электроноакцепторное влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле:
2. Какое соединение является более сильным основанием: 2,4,6-тринитроанилин или 2,4,6-тринитро-N,N-диметиланилин.



3. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие:  $m\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $n\text{-COCH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ .

4. Какое влияние - электронодонорное или электроноакцепторное - оказывают функциональные группы в молекуле норадреналина:

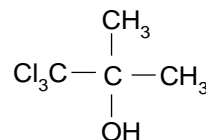


5. Определите, какое из соединений в каждой паре имеет больший дипольный момент. В какой паре соединений I-II или III-IV больше разность дипольных моментов?

а) анилин (I) - 2,4,6-триметиланилин (II); б) N,N-Диметиланилин (III) - 2,4,6-триметил-N,N-диметиланилин (IV).

6. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие:  $n\text{-CONH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m\text{-FC}_6\text{H}_4\text{F}$ .

7. Какие электронные эффекты проявляют одинаковые функциональные группы в соединениях:



8. Расположите в ряд в порядке уменьшения полярности связи  $\text{C}=\text{O}$  следующие соединения: трифторацетон, хлорацетон, гексафторацетон, ацетон.

9. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. С помощью кривых стрелок преобразуйте одни предельные структуры в другие:  $n\text{-NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m\text{-HC}\equiv\text{C-C}_6\text{H}_4\text{F}$ .

10. Электронодонорное или электроноакцепторное характер проявляют аминогруппа и карбоксильная группа в соединениях:  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  и  $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$ .

11. Расположите в порядке возрастания констант диссоциации следующие кислоты: цианоуксусную,  $\beta$ -цианопропионовую,  $\alpha$ -цианопропионовую. Будут ли эти кислоты сильнее уксусной.

12. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. С помощью кривых стрелок преобразуйте одни предельные структуры в другие:  $n\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m\text{-H}_2\text{C}=\text{C-C}_6\text{H}_4\text{F}$ .

13. Определите виды гибридизации атомов углерода в молекуле пентен-3-ина-1 и расположите атомы в ряд по уменьшению электротрицательности.

#### Лабораторная работа № 4. Зависимость реакционной способности органических соединений от их строения

1. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атома углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в молекуле пропена.

2. Определите вид сопряжения в молекуле простейшего непредельного альдегида - пропеналя - акролеина - и схематически изобразите перекрывание  $p$ -орбиталей в сопряженной системе.



3. Многие природные соединения, используемые в фармации, являются производными фенантрена. Определите, является ли фенантрен ароматическим соединением.
4. Изобразить схематически перекрывание  $p$ -орбиталей сопряженной системы в молекуле кротоновой ((E)-бутен-2-вой) кислоты, содержащейся в кротоновом масле).
5. Покажите графически, как распределена электронная плотность в молекуле кротоновой ((E)-бутен-2-вой) кислоты. Укажите виды сопряжения и сравните электроотрицательность атомов в сопряженном фрагменте.

*Лабораторная работа № 5. Кислотность и основность органических соединений*

1. Определите, в одинаковой ли последовательности снижается кислотность в газовой фазе и в водном растворе в следующих группах соединений:

- 1) 2-метилпропантиол-1, этантиол, пропантиол-2;
- 2) аммиак, метиламин, этиламин, пропиламин, трет.бутиламин.

2. Расположите соединения каждой группы в ряд по уменьшению кислотности в жидкой фазе;

- 1) фенол,  $n$ -метилфенол,  $n$ -нитрофенол;
- 2) бензиловый спирт, бензиламин, бензилмеркаптан;
- 3) этин, этилен, ацетилен.

3. Объясните, почему в отличие от фенола 2,4-динитрофенол растворяется в водном растворе  $\text{NaHCO}_3$ . Написать реакцию.

4. Определите, в одинаковой ли последовательности снижается основность в газовой фазе и в водном растворе в каждой из следующих групп соединений:

- 1) диметиламин и триметиламин;
- 2) этанол и диэтиловый эфир;
- 3) пропанол-2, метанол, трет.бутанол;
- 4) диэтиловый эфир и диэтилсульфид;
- 5) пропанол-1 и пропантиол-1;
- 6) диметиламин и диметилсульфид.

5. Исходя из значений  $pK_a$  в неводной среде (диметил-сульфоксиде) соединений: амид уксусной кислоты, фениламид уксусной кислоты и фениламид трихлоруксусной кислоты, определите роль электронных эффектов заместителей и эффекта сольватации в изменении кислотности соединений.

6. При экстракции смеси дифениламина, аналина и дифенилового эфира 10% хлороводородной кислотой, было извлечено только одно соединение. Определите его.

7. Можно ли с помощью экстракции 10% раствором  $\text{NaOH}$  разделить смесь гексанола-1 и гексантиола-1? Для обоснования ответа напишите схемы соответствующих реакций.

8. Определите наиболее прочную из возможных водородных связей, возникающих в этанольном растворе фенола.

9. Как сказывается на свойствах соединений сопряжение в следующих веществах: ацетамид, этиламин.

10. Какое соединение легче образует соль с HCl: метиламин, виниламин, ацетамид.

11. Расположить соединения в ряд по убыванию кислотных свойств: метан, ацетилен, фенол, вода, спирт.

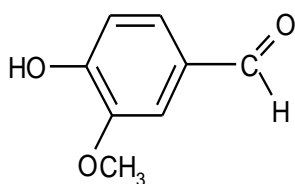
### Тест для подготовки к экзамену

Инструкция к вопросам 1-5: За вопросом или незаконченным утверждением следует пять или более ответов. Выберите один наиболее правильный ответ.

1. Расположите следующие кислоты – бромуксусная, йодуксусная, хлоруксусная, фтруксусная и  $\gamma$ -хлормасляная - в порядке убывания значений индуктивного эффекта:

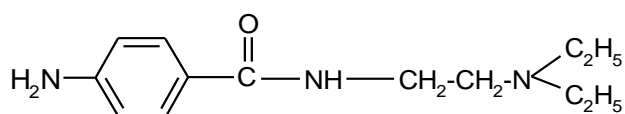
<b>A</b>	$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{I}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{F}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Br}-\text{COOH}$
<b>B</b>	$\text{CH}_2\text{Cl}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{I}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Br}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{F}-\text{COOH}$
<b>C</b>	$\text{CH}_2\text{F}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Br}-\text{COOH} >> \text{CH}_2\text{I}-\text{COOH}$
<b>D</b>	$\text{CH}_2\text{F}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Br}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{I}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$
<b>E</b>	$\text{CH}_2\text{Cl}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{F}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} > \text{CH}_2\text{Br}-\text{COOH} >> \text{CH}_2\text{I}-\text{COOH}$

2. Электронодонорное (ЭД) или электроноакцепторное (ЭА) влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле ванилина (3-метилокси- 4-гидроксибензальдегид)?



<b>A</b>	ОН – ЭА; $\text{CH}_3\text{O}$ – ЭД; $\text{CHO}$ – ЭД
<b>B</b>	ОН – ЭД; $\text{CH}_3\text{O}$ – ЭД; $\text{CHO}$ – ЭА
<b>C</b>	ОН – ЭД; $\text{CH}_3\text{O}$ – ЭА; $\text{CHO}$ – ЭД
<b>D</b>	ОН – ЭД; $\text{CH}_3\text{O}$ – ЭА; $\text{CHO}$ – ЭА
<b>E</b>	ОН – ЭА; $\text{CH}_3\text{O}$ – ЭА; $\text{CHO}$ – ЭА

3. 2-(Диэтиламино)этиламин *n*-аминобензойной кислоты применяется в медицинской практике в виде гидрохлорида под названием новокаинамид.

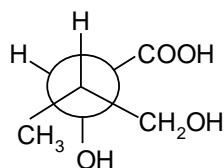


Определите место протонирования в исходной молекуле.

**A** Только атом кислорода

- В** Только три атома азота
- С** Атом кислорода и атом азота в незамещенной аминогруппе
- Д** Атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе и атом азота в монозамещенной аминогруппе
- Е** Атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе, атом азота в монозамещенной аминогруппе и атом азота в дизамещенной аминогруппе

4. Назовите изображенное в виде проекционной формулы Ньюмена следующее соединение по заместительной номенклатуре IUPAC



- А** 1-карбокси-2-метилпропандиол-1,3
- В** 3-метилбутандиол-2,4-овая кислота
- С** 2,4-дигидрокси-3-метилбутановая кислота
- Д** 1-карбокси-1,3-дигидрокси-2-метилпропан
- Е** 3-метил-2,4-дигидроксибутановая кислота

5. Какое количество изомеров существует для ациклических соединений состава  $C_4H_{10}O$ .

- А** 4
- В** 5
- С** 6
- Д** 7
- Е** 8

Инструкция к вопросам 6-10: Вставьте пропущенное слово.

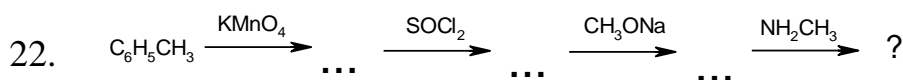
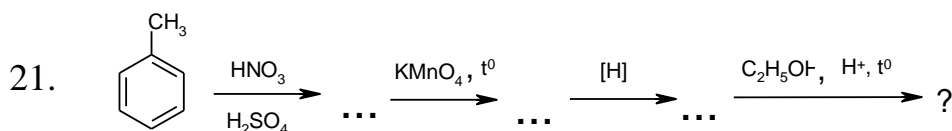
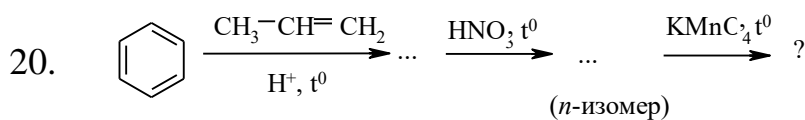
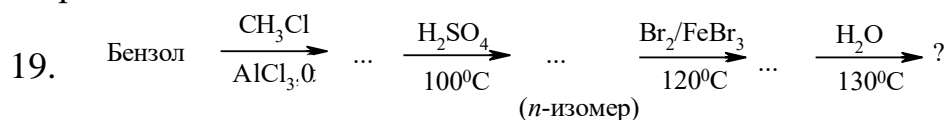
6. Способность атомов в молекуле притягивать валентные \_\_\_\_\_, связывающие его с другими атомами, называют \_\_\_\_\_.
7. Ковалентная связь это химическая связь, образованная за счет \_\_\_\_\_ электронов связываемых \_\_\_\_\_.
8. Ковалентная связь, образуемая за счет \_\_\_\_\_ пары одного атома и вакантной орбитали другого, называется \_\_\_\_\_.
9.  $\sigma$ -Связь – это связь, образованная при осевом перекрывании атомных орбиталей с расположением максимума \_\_\_\_\_ на прямой, соединяющей \_\_\_\_\_ связываемых атомов.
10. Часть пространства, в котором вероятность нахождения электрона \_\_\_\_\_, называется \_\_\_\_\_ орбиталью.

Инструкция к вопросам 11-22: За перечнем пронумерованных цифрами вопросов (формул, рисунков и т.п.) следует список ответов, обозначенных буквами. Для каждого вопроса (формулы, рисунка и т.п.) надо подобрать соответствующий ответ, обозначенный буквенным индексом. Каждый ответ может быть использован один раз, несколько раз или не использован совсем.

Укажите, какие типы связи имеются в следующих соединениях:

- |     |                                      |          |                        |
|-----|--------------------------------------|----------|------------------------|
| 11. | $\text{CH}_3\text{-CH}_3$            | <b>A</b> | Ковалентная неполярная |
| 12. | $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$       | <b>B</b> | Ковалентная полярная   |
| 13. | $\text{NH}_4\text{Cl}$               | <b>C</b> | Семиполярная           |
| 14. | $[(\text{CH}_3)_3\text{N}]\text{Br}$ | <b>D</b> | Ионная                 |
| 15. | $\text{CH}_3\text{NO}_2$             | <b>E</b> | Донорно-акцепторная    |
| 16. | $\text{CH}_3\text{OH}$               |          |                        |
| 17. | $\text{HNO}_3$                       |          |                        |
| 18. | $\text{N}_2\text{O}_4$               |          |                        |

Какие продукты образуются в результате представленных последовательных реакций?



- |          |  |
|----------|--|
| <b>A</b> | 4-Гидроксибензолсульфокислота                  |
| <b>B</b> | N-Метиламид бензойной кислоты                  |
| <b>C</b> | 3-Гидрокси- <i>n</i> -толуолсульфокислота      |
| <b>D</b> | Этиловый эфир <i>n</i> -аминобензойной кислоты |
| <b>E</b> | <i>n</i> -Нитробензойная кислота               |

### Указания для обучающихся

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

*1. Работа с учебными пособиями.*

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

*2. Самостоятельное изучение тем.*

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

*3. Подготовка к лабораторным работам.*

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

**VII. Материально-техническое обеспечение**

**Для аудиторной работы**

Учебная аудитория № 209 (170002, Тверская область, г. Тверь, просп. Чайковского, д.70, уч. корпус № 5)	Мультимедийный комплект учебного класса (вариант №2) Проектор Casio XJ-M140, настенный экран Lumien 180*180. ноутбук Dell №4050. сумка 15,6*, мышь
--	--

**Для самостоятельной работы**

Аудитория кафедры органической химии, № 411 уч. корпус № 3, (170002, Тверская область, г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Столы, стулья, доска ученическая Весы лабораторные ВЛ-120 с гирей калибровочной 100гЕ2</li> <li>2. Весы лабораторные ВЛТЭ-1100г с гирей калибровочной 1кг F1</li> <li>3. Доска классная большая</li> <li>4. Лаборатория подготовительная</li> <li>5. Горелка (M082-06990)</li> <li>6. Спиртовка СЛ с металлической оправой</li> <li>7. Сушилка для пипеток</li> <li>8. Шкаф вытяжной</li> <li>10. Шкаф сушильный</li> </ol>
---	---

### VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.			