

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора филиала – руководитель  
образовательных программ  
А.С. Воронцов



20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины:

**Органическая химия**

Уровень высшего образования:

**Специалитет**

Специальность:

**33.05.01 Фармация**

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

**Фармацевтические исследования и разработка**

Форма обучения:

**Очная**

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 33.01.05 Фармация, утвержденным приказом МГУ от 30.08.2019 № 1034.

Год (годы) приема на обучение \_\_\_\_\_

**Автор-составитель:** д.х.н., профессор химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Зефирова Ольга Николаевна

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

#### **Цель:**

Формирование важных для решения химических проблем лекарствоведения системных знаний о строении и свойствах органических соединений.

#### **Задачи:**

Ознакомление студентов с закономерностями химического поведения органических соединений во взаимосвязи с их строением.

Формирование у студентов навыков изображения механизмов базовых органических реакций и предсказания на их основе особенностей их протекания.

Обучение студентов проведению базовых органических реакций, методам разделения реакционных смесей и анализа полученных продуктов.

Формирование у студентов понимания аналогий «лабораторных» органических реакций с таковыми в процессах, протекающих в живом организме.

Формирование навыков предложения оптимальных путей синтеза заданных органических соединений и ориентирования в возможностях их идентификации с помощью комплекса физико-химических методов.

Ознакомление студентов с примерами схем синтеза лекарственных веществ.

### **Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Органическая химия реализуется в базовой части учебного плана подготовки специалиста.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

**Объем дисциплины (модуля)** составляет 12 з.е., в том числе 259 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 173 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

### **Форма промежуточной аттестации**

Зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина (модуль) «Органическая химия» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) и является обязательной для студентов.

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):**

*Для изучения дисциплины (модуля) необходимо освоение следующих дисциплин и пройденных ранее курсов:*

- основы органической химии в рамках школьной программы,
- неорганическая химия.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников**

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
УК-2. Способен в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях и методах естествознания	Индикатор УК-2.1. Использует знания об основных понятиях и методах естествознания в контексте профессиональной деятельности	Знать основные понятия и методы естествознания. Уметь применять основные понятия и методы естествознания в контексте профессиональной деятельности.
ОПК-1. Способен применять математические, физико-химические, химические и биологические методы для решения профессиональных задач в области разработки, исследования, экспертизы и изготовления лекарственных средств.	Индикатор ОПК-1.2. Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Знает основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов. Умеет применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

**4. Объем дисциплины (модуля) составляет 12 з.е.**

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося			Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы					
	Занятия лекционного типа	Лабораторные занятия	Занятия семинарского типа			
Раздел 1. Основы строения органических соединений.	12	18	12	22	64	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы
Раздел 2. Реакции органических соединений. Радикальные процессы. Электрофильное присоединение. Нуклеофильное замещение и конкурентные реакции.	12	18	12	22	64	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы
Раздел 3. Реакции органических соединений. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе. Реакции нуклеофильного присоединения – отщепления. Реакции с енолями.	12	18	12	22	64	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы

Раздел 4. Реакции органических соединений. Электрофильное и нуклеофильное ароматическое замещение. Арены.	8	12	8	13	41	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы
Раздел 5. Химия гетероциклических соединений.	12	18	12	22	64	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы
Раздел 6. Строение и основные химические свойства групп биологически значимых органических соединений.	12	18	12	22	64	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы
Раздел 7. Основные методы идентификации органических соединений.	6	9	6	10	31	Устный опрос, контрольные работы, лабораторные работы
Промежуточная аттестация: Зачеты Экзамены				4 36	40	
<b>Итого</b>	74	111	74	173	<b>432</b>	

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Основы строения органических соединений.	<p>Основные классы органических веществ. Классификационные признаки органических соединений – функциональная группа и строение углеродного скелета. Их роль в обеспечении физиологической активности вещества. Номенклатура органических соединений. Основные принципы номенклатуры ИЮПАК.</p> <p>Строение органических соединений. Гибридизация атома углерода. Ковалентные s- и p-связи. Сопряженные системы и делокализованная химическая связь. Примеры сопряженных систем в фармакологии и биохимии. Ароматичность. Правило Хюккеля. Резонанс.</p> <p>Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Пространственные и электронные эффекты. Полярность связи. Индуктивный эффект. Мезомерный эффект. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Внутри- и межмолекулярные взаимодействия в органических соединениях (донорно-акцепторные</p>

		<p>взаимодействия, водородные связи). Водородные связи в биологических молекулах и в молекулах лекарственных веществ.</p> <p>Примеры органических кислот и оснований. Факторы, определяющие кислотность и основность. Амины как основания и нуклеофилы. Важность параметра кислотности для выделения лекарственных веществ из смесей и фармакокинетических свойств лекарств.</p> <p>Конфигурация и конформация. Проекционные формулы Ньюмена для конформеров. Энергетическая характеристика заслоненных и заторможенных конформаций открытых цепей. Конформации циклических систем. Аксиальные и экваториальные заместители в циклогексане. Факторы, затрудняющие вращение. Примеры реализации приема «конформационного ограничения» в ходе создания структур лекарственных веществ. Геометрические (E,Z) изомеры. Хиральные и ахиральные молекулы. Проекционные формулы Фишера для изображения пространственного строения молекул. Оптическая активность энантиомеров. Рацематы. R,S-формы. Хиральность без хирального центра (на примере физиологически активной молекулы). Представление о фармакологических свойствах энантиомеров.</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.	<p>Реакции органических соединений. Радикальные процессы. Электрофильное присоединение. Нуклеофильное замещение и конкурентные реакции.</p>	<p>Классификация органических реакций. Радикальные реакции. Образование радикалов. Строение и стабильность радикалов. Галогенирование (хлорирование и бромирование) алканов. Стереохимия радикальных реакций. Галогенирование в алкил-замещенных бензолах. Антиоксиданты в фармакологии.</p> <p>Электрофильное присоединение к алкенам. Присоединение галогенов, галогеноводородов, карбенов, гидратация, гидрирование, гидроборирование. Присоединение карбокатионов и его роль в формировании стероидной структуры в живом организме. Перегруппировки карбокатионов. Присоединение галогеноводородов к алкинам. Электрофильное присоединение к сопряженным системам. Понятие о кинетическом и термодинамическом контроле.</p> <p>Реакция Дильса – Альдера и пример ее использования для синтеза лекарственного препарата.</p> <p>Нуклеофильное замещение у <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода. Понятие об <math>SN_1</math> и <math>SN_2</math> реакциях. Влияние природы субстрата, реагента и растворителя на механизм реакции замещения. Нуклеофильность и основность реагента. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования, и факторы, способствующие каждому из процессов. O, N, C-содержащие нуклеофилы. Примеры нуклеофильного замещения в спиртах и алкилгалогенидах, создание хорошо уходящей группы. Наиболее распространенные уходящие группы в биохимических процессах.</p>
3.	<p>Реакции органических соединений. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе. Реакции нуклеофильного присоединения – отщепления. Реакции с енолятами.</p>	<p>Нуклеофильное присоединение по карбонильной группе. Реакционная способность альдегидов и кетонов. Обратимость реакций присоединения. Реакции образования полуацеталей, полукеталей, ацеталей и кеталей и их тио-аналогов. Гидраты. Циангидрины. Взаимодействие альдегидов и кетонов с реактивами Гриньяра и ацетилидами. Реакция Виттига. Имины и енамины.</p> <p>Нуклеофильное присоединение с отщеплением (взаимные переходы между производными карбоновых кислот). Реакции производных карбоновых кислот с O, N, C-содержащими нуклеофилами (обратимость – необратимость этих реакций). Лактамы и лактоны как структурные фрагменты физиологически активных веществ.</p> <p>Кето-енольная таутомерия. Нуклеофильные реакции с участием енолят-анионов (галогенирование, альдольно-кетоновая конденсация).</p>



		Окислительно-восстановительные процессы. Окисление спиртов, карбонильных соединений, кратных углерод-углеродных связей. Восстановление карбонильной и карбоксильной групп. Окислительно-восстановительные процессы в живых организмах.
4.	Реакции органических соединений. Электрофильное и нуклеофильное ароматическое замещение. Арены.	<p>Электрофильное ароматическое замещение (механизм). Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования и ацилирования по Фриделю–Крафтсу. Ориентирующее влияние заместителей, согласованная и несогласованная ориентация. Синтез нестероидного противовоспалительного препарата ибупрофена с использованием реакции Фриделя–Крафтса. Примеры электрофильного замещения в полициклических ароматических соединениях.</p> <p>Реакции diazotирования и азосочетания для ароматических соединений. Их использование в фармацевтической практике (на примере анализа стрептоцида).</p> <p>Нуклеофильное ароматическое замещение. Строение интермедиатов – комплексов Мейзенгеймера и дегидробензола. Примеры реакций нуклеофильного ароматического замещения. Тест Циммермана на кетостероиды в клинической биохимии.</p> <p>Химические реакции, важные для синтеза биологически активных (в том числе лекарственных) веществ. Реакция Манниха и ее использование в реакциях синтеза/биосинтеза природных соединений. Конденсация Кляйзена (Дикмана) и декарбоксилирование (на примере получения лекарственных веществ). Реакция Михаэля и примеры ее использования в биосинтезе. Причина возможной канцерогенности акцепторов Михаэля.</p>
5.	Химия гетероциклических соединений.	<p>Неароматические гетероциклы, их получение и специфические свойства. Примеры лекарственных веществ с неароматическими гетероциклами.</p> <p>Пятичленные и шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом, основные подходы к их синтезу. Пиррол, тиофен, фуран (ароматические и диеновые свойства). Пиридин. Строение и химические свойства. Кислотно-основные свойства пиррола и пиридина. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Реакция Чичибабина. Пиридоны и аминопиридины, их таутомерные формы. Представление о структурах никотина, никотиамида, NAD<sup>+</sup>. Строение и синтез порфиринов. Подходы к синтезу антибактериального препарата фурацилина.</p> <p>Шести- и пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами (пиримидин,</p>

		<p>пиразол, имидазол, тиазин, оксазол). Кислотно-основные и другие свойства. Таутомерия гидрокси- и аминопиримидинов. Примеры лекарственных веществ, содержащих пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Гетероциклы, конденсированные с бензольным кольцом. Индол, его химические свойства, получение по реакции Фишера. Реакция Манниха и реакция Михаэля для индола. Примеры индол-содержащих физиологически активных и лекарственных веществ. Хинолин и изохинолин, их химические свойства. Антибиотики хинолинового ряда.</p> <p>Гетероциклы, конденсированные с бензольным кольцом. Индол, его химические свойства, получение по реакции Фишера. Реакция Манниха и реакция Михаэля для индола. Примеры индол-содержащих физиологически активных и лекарственных веществ. Хинолин и изохинолин, их химические свойства. Антибиотики хинолинового ряда.</p>
6.	Строение и основные химические свойства групп биологически значимых органических соединений.	<p>Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Первичная и вторичная структуры рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот. Щелочной гидролиз РНК. Особенности строения лекарственных веществ 3-азидотимидина и ацикловира. Структуры интеркаляторов в ДНК и их физиологическая активность. ДНК-алкилирующие соединения. Механизм алкилирования ДНК производными хлорэтиламинов.</p> <p>Строение жиров и масел. Гидролиз и гидрогенизация жиров. Химизм их прогоркания и антиоксидантное действие витамина Е. Структуры фосфолипидов. Представление о структурах каналобразующих и ионофорных антибиотиков и их синтетических аналогах на основе краун-эфиров.</p> <p>Моносахариды (глюкоза, фруктоза и др.). Открытые и циклические формы (пиранозы и фуранозы). Аномеры. Представление об аномерном эффекте. Химические свойства: этерификация, восстановление, образование О-гликозидов, различные варианты окисления. Определение уровня глюкозы в крови. Роль глюкуроноидов в метаболизме лекарств. Аскорбиновая кислота (витамин С).</p> <p>Представление о строении и свойствах олиго- и полисахаридов. Аминосахара. Аминогликозидные антибиотики. Полиаминосахара. Альфа-Аминокислоты. D и L конфигурация. Способы получения аминокислот. Изоэлектрическая точка. Пептидная связь. Первичная</p>

		структура белка. Общая схема синтеза пептидов, защитные группы. Понятие о твердофазном синтезе пептидов. Понятие о пептидомиметиках. Низкомолекулярные биологически важные вещества: терпены, стероиды, алкалоиды (представление о структурах, примеры реакций).
7.	Основные методы идентификации органических соединений.	Основные методы идентификации органических соединений: спектроскопия ЯМР $^1\text{H}$ и $^{13}\text{C}$ , ИК спектроскопия, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ. Примеры их использования для доказательства строения органических веществ и определения подлинности лекарственных препаратов.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

**Критерии и шкалы оценивания:**

«отлично»  $\geq 85\%$  правильных ответов

«хорошо»  $\geq 70\%$  и  $< 85\%$  правильных ответов

«удовлетворительно»  $\geq 50\%$  и  $< 70\%$  правильных ответов

«неудовлетворительно»  $< 50\%$  правильных ответов

**Примеры тестовых заданий**

1) Из какого соединения можно получить н-октан по реакции Вюрца?

- бромметан;
- бромэтан;
- 1-бромпропан;
- 1-бромбутан;
- 1-бромпентан.

2) Какие из перечисленных алкилгалогенидов при обработке натрием (реакция Вюрца) превращаются в алканы?

- 1-бромпропан;
- 2-бром-2-метилпропан;

- 1-бромбутан;
- 2-бромбутан;
- 2-бром-2-метилбутан.

3) В лаборатории метан можно получить исходя из этана;  
этилена;  
ацетилен;  
ацетата натрия;  
метанола.

4) Отметьте верные утверждения:  
все атомы углерода в алканах  $sp^3$ -гибридизованы;  
все атомы углерода в алканах находятся в тригональной гибридизации;  
все атомы углерода в алканах  $sp^2$ -гибридизованы;  
длина связи C-C в алканах 0,154 нм;  
длина связи C-C в алканах 0,134 нм;  
молекулы высших алканов преимущественно существуют в зигзагообразной конформации.

5) Чтобы получить пропан, на n-пропилмагний бромид необходимо подействовать  $H_2O$ ;  
 $H_2$ ;  
NaOH;  
 $O_2$ ;  
 $CH_3CHO$ .

6) Из каких соединений можно синтезировать бутан в одну стадию?  
бутен-1;  
1-иодбутан;  
бутанол-1;  
масляная кислота;  
1-нитробутан;  
бутаналь.

7) По какому механизму протекает реакция хлорирования алканов?

электрофильного замещения;  
нуклеофильного замещения;  
радикального замещения;  
радикального присоединения;  
электрофильного присоединения.

8) При нитровании пропана разб. азотной кислотой при 150 °С (по Коновалову) преимущественно образуется

1-нитропропан;  
2-нитропропан;  
3-нитропропан;  
2,2-динитропропан;  
1,2-динитропропан.

9) В результате реакции сульфохлорирования алканов образуются

хлорангидриды карбоновых кислот;  
хлорангидриды алкансульфокислот;  
хлоралкансульфокислоты;  
алкансульфокислоты;  
хлоралканы.

10) Геометрия метильного радикала

дигональная;  
тригональная;  
тетрагональная.

11) Промежуточные продукты в реакции каталитического окисления алканов -

алкилгидропероксиды;  
диалкилпероксиды;  
эпоксиды;  
алкоксиалканы;  
спирты.

12) Отметьте реагенты, которые используются для нитрования алканов:

конц.  $\text{HNO}_3$ ;

разб.  $\text{HNO}_3$ ;  
 $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ;  
 $\text{NO}_2$ ;  
 $\text{NO}$ ;  
 $\text{N}_2\text{O}$ .

13) Сколько существует изомерных пентанов?

- 2;
- 3;
- 4;
- 5.

14) Природные аминокислоты

- принадлежат к D-ряду;
- принадлежат к L-ряду;
- являются рацемическими смесями;
- не обладают оптической изомерией.

15) Ксантопротеиновая реакция позволяет доказать наличие в полипептидной цепи

- алифатических аминокислот;
- серосодержащих аминокислот;
- аминокислот, содержащих гидроксигруппу;
- аминокислот, содержащих аминогруппу;
- ароматических аминокислот;
- гетероароматических аминокислот.

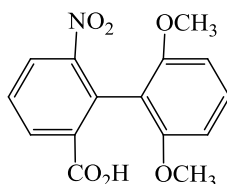
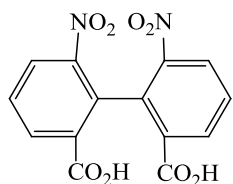
**Примеры вопросов на коллоквиумах (проводятся в рамках семинарских занятий):**

- Вещество, название которого 2-(диэтиламино)-N-(2,6-диметилфенил)ацетамид, широко используется как анестезирующее средство. Изобразите его структурную формулу.
- Что означает понятие «орбиталь»? Что означает понятие « $sp^2$  гибридизация атома углерода»? Нарисуйте негибридизованные р-орбитали атомов углерода и кислорода в молекуле формальдегида.

- Мезомерный эффект. а) Чем обусловлен? б) В чем проявляется? в) Насколько значителен? Приведите пример структуры, в которой проявляется мезомерный эффект. Обозначения поясните.
- Какая из двух молекул – метилового спирта или изопропилового спирта – будет более сильной кислотой? Почему?
- Какой из атомов ацетамида  $[\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{NH}_2]$  – будет протонироваться в первую очередь при добавлении кислоты? Почему?
- Изобразите структуру базового стероидного фрагмента с учетом наиболее стабильных конформаций циклогексанового и циклопентанового колец.
- Какую конфигурацию (R или S) имеет хиральный центр молекулы, для которой изображена проекция Фишера? Сделайте необходимые пояснения.
- Будет ли различие в продуктах реакций электрофильного присоединения бромоводорода к пропену и радикального присоединения бромоводорода к пропену? Ответ поясните.
- При электрофильном присоединении хлороводорода к *транс*-бут-2-ену получаются два изомерных продукта. Изобразите их пространственное строение.
- Приведите не менее трех примеров  $S_{\text{N}}1$  реакций, в том числе для несимметричного и циклического соединения; продукты реакции нарисуйте с обозначением стереоцентров, укажите возможные побочные продукты реакции.
- Изобразите общий механизм радикального галогенирования алканов. В чем состоит особенность радикального хлорирования по сравнению с бромированием? В чем состоит особенность радикального галогенирования циклопропана?
- Изобразите общий механизм электрофильного присоединения брома к алкенам. Объясните стереохимический результат этого процесса. Что такое кинетический и термодинамический контроль реакции электрофильного присоединения?
- Приведите пример использования реакции Дильса – Альдера для синтеза лекарственного препарата.
- Расположите фуран, тиофен, пиррол, бензол и пиридин в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения. Ответ поясните.
- Изобразите основные таутомерные формы для пуриновых и пиримидиновых оснований, а также для 2-гидроксипиридина, 3-гидроксипиридина и 2-аминопиридина. Почему в щелочной среде РНК гидролизуетя существенно легче, чем ДНК? Каков механизм алкилирования ДНК производными хлорэтиламинов?
- Изобразите общую схему лабораторного синтеза пептидов. Какие защитные группы используются в этом синтезе?

### Примеры задач на контрольных работах (проводятся в рамках семинарских занятий):

1. Изобразите структурные формулы всех изомеров гексана. Напишите реакции монохлорирования каждого из изомеров и предскажите выход продуктов, если соотношение реакционной способности третичной, вторичной и первичной С-Н-связей = 5:4:1. Как изменится соотношение изомеров при: а) повышении температуры, б) при проведении монобромирования (вместо монохлорирования). Какие из полученных соединений оптически активны? Изобразите структуры всех энантиомеров, назовите их по номенклатуре IUPAC с указанием конфигурации хиральных центров.
2. Обладают ли соединения, формулы которых представлены ниже, оптической активностью? Ответ поясните.



3. Изобразите молекулу *транс*-1,2-дибромциклогексана в наиболее стабильной конформации.

4. Какие продукты получатся при присоединении HBr к следующим соединениям:

а)  $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ , б)  $\text{NO}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$ , в)  $\text{ClCH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ , г)  $\text{CH}_2=\text{CHBr}$ , д)  $\text{CH}_2=\text{CHN}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$ ?

5. Предложите схему синтеза циангидрина бензальдегида из доступных реагентов.

### Критерии и шкалы оценивания:

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится по билетам в устной форме. В билет включено три теоретических вопроса и задача. Зачет оценивается по 5-бальной системе: 5 баллов (полный ответ на все 4 вопроса); 4 балла (ответ на 3 вопроса); 3 балла (полный ответ на два вопроса и частично на другие вопросы).

### БИЛЕТ

1. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Пространственные и электронные эффекты.

2. Классификация органических реакций. Радикальные реакции. Образование радикалов.

3. Нуклеофильное присоединение с отщеплением (взаимные переходы между производными карбоновых кислот).

*Задача:*

Исходя из циклогексанона и доступных неорганических реагентов предложите схемы синтеза 1) циклогексанола-1, 2) циклогексена, 3) гидразона циклогексанона.

### БИЛЕТ

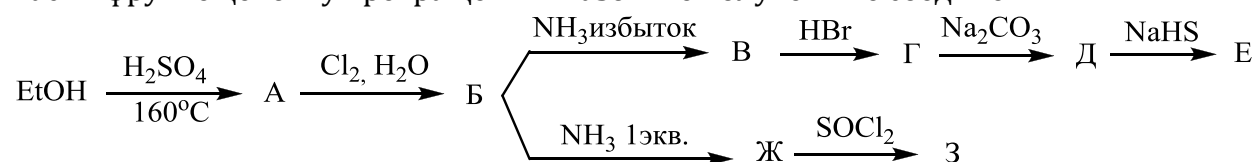
1. Номенклатура органических соединений. Основные принципы номенклатуры ИЮПАК.

2. Реакция Дильса – Альдера и пример ее использования для синтеза лекарственного препарата.

3. Электрофильное ароматическое замещение (механизм).

*Задача:*

Расшифруйте цепочку превращений. Назовите полученные соединения.





## БИЛЕТ

1. Примеры сопряженных систем в фармакологии и биохимии. Ароматичность. Правило Хюккеля. Резонанс.
2. Хиральные и ахиральные молекулы. Проекционные формулы Фишера для изображения пространственного строения молекул.
3. Реакции образования полуацеталей, полукеталей, ацеталей и кеталей и их тио-аналогов.

*Задача:*

Получите из бензальдегида миндальную кислоту (гидроксифенилуксусную).

## БИЛЕТ

1. Нуклеофильное замещение у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода. Понятие об  $SN_1$  и  $SN_2$  реакциях.
2. Химические реакции, важные для синтеза биологически активных (в том числе лекарственных) веществ.
3. Индол, его химические свойства, получение по реакции Фишера.

*Задача:*

Как реагируют следующие соединения: 1) масляный альдегид с бромом, 2) метилэтилкетон с гидроксиламином, 3) ацетон с метилмагнийбромидом, 4) уксусный альдегид с литийалюмогидридом, 5) пропанон с гидразином?

## 7. Ресурсное обеспечение:

### 7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

1. Конспект лекций.
2. Органическая химия: Учеб. для вузов: в 2 кн. / В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина; Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2002 – Кн. 1: Основной курс. – 640 с.: ил.
3. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. Т. 1 / В.Ф. Травень. – 5-е изд., испр. – М.: Лаборатория знаний, 2016 – 368 с.: ил.
4. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. Т. II / В.Ф. Травень. – 5-е изд., испр. – М.: Лаборатория знаний, 2016 – 517 с.: ил.
5. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. Т. III / В.Ф. Травень. – 5-е изд., испр. – М.: Лаборатория знаний, 2016 – 388 с.: ил.
6. Задачи по органической химии: учебное пособие / В.Ф. Травень, А.Ю. Сухоруков, Н.А. Пожарская. – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 263 с.: ил.
7. Органическая химия. Типовые задачи. Алгоритм решений: учебное пособие/под ред. И.П. Яковлева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018 – 640 с.
8. Практикум по органической химии: учебное пособие / В.Ф. Травень, А.Е. Щехотихин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 – 592 с.: ил.

### 7.2. Перечень рекомендуемой литературы

1. Реутов О.А. Органическая химия: учебник: В 4 ч.: Ч.1 - М.: Лаб. знаний, 2018. – 566с.

2. О.Н. Зефирова, А.Ю. Гаврилова, Н.И. Ворожцов, Н.А. Зефиров, Т.В. Магдесиева. Учебно-методическое пособие по курсу «Органическая химия». Москва, 2016, Отдел оперативной печати и информации хим. ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова, 90 с (усл. печ. листов 5.5, тираж 100 экз.).

3. В.Ю. Тюрин, Н.А. Зефиров, О.Н. Зефирова. Типичные структурные модификации углеводов. Учебно-методическое пособие по курсу «Органическая химия» для студентов фармацевтического отделения факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова. М., Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018, 46 с. Отпечатано в типографии «Реглет» (Подписано в печать: 23.09.2018. Объем: 2.55 усл. п.л. Тираж 30 экз.).

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

[http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/edu\\_organic.html](http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/edu_organic.html)

7.4. Описание материально-технического обеспечения.

- классическое чтение лекций с использованием демонстрационной доски для письма мелом;
- практикум по органической химии, оборудованный приборами для проведения химических реакций, разделения и анализа реакционных смесей;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным в научных школах МГУ имени М.В. Ломоносова.