

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. председателя приемной комиссии  
М.М. Козырев  
« 19 » 2026 г.  
Председатель экзаменационной  
комиссии  
К.С. Костиков  
« 19 » 01 2026 г.

## ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру  
по научной специальности  
1.4.3. Органическая химия

Кемерово 2026

## **1. Общие положения**

### **1.1. Общие требования**

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.4.3. Органическая химия, разработана на основании паспорта специальности и одобрена на заседании кафедры Технологии пластмасс, органических веществ и нефтехимии.

1.2. Вступительные испытания для поступающих в аспирантуру проводятся с целью определения степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.3. Органическая химия.

1.3. Для всех поступающих, обязательным является прохождение вступительного испытания в письменной форме. Экзамен проводится с использованием перечня вопросов, которые разрабатываются профилирующей кафедрой на основе данной программы, и утверждаются председателем приемной комиссии.

1.4. Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса, на которые необходимо дать развернутые и полные ответы. Письменные ответы делаются в произвольной форме.

1.5. Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале. Общее количество баллов распределяется следующим образом: каждый вопрос – не более 50 баллов. Минимальный пороговый балл для прохождения вступительного испытания в письменной форме составляет 50 баллов.

## 2. Содержание программы:

### 1. *Электронное и пространственное строение органических молекул*

Предмет органической химии. Способы изображения молекул органических соединений, структурные и электронные формулы (Г. Льюис).

Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях.  $\sigma$ - и  $\pi$ -Связи с участием атомов углерода, физические характеристики связей. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбанионы, карбены, нитрены, арины и др. Их электронное и пространственное строение. Электронные эффекты заместителей. Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения. Кислоты и основания (Бренстед, Льюис). Кисотно-основные равновесия на примере спиртов, простых эфиров, карбоновых кислот, кетонов и аминов. Константа кислотности  $pK_a$ , константа основности  $pK_b$ . Факторы, влияющие на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). Основы стереохимии. Асимметрический атом углерода. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Принцип R,S-номенклатуры. Абсолютная и относительная конфигурации. Способы разделения рацематов. Соединения с двумя хиральными центрами. Диастереомеры.

### 2. *Углеводороды*

Алканы. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза. Конформации этана, пропана и бутана. Химические свойства. Алкены. Номенклатура. Геометрическая изомерия. Природа двойной связи. Методы синтеза. Химические свойства алкенов. Алкины. Номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов, получение ацетилена. Химические свойства алкинов. Алкадиены. Классификация, изомерия и номенклатура диенов. Бутадиен-1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов. Химические свойства 1,3-диенов: 1,2- и 1,4-присоединение. Термодинамический и кинетический контроль. Полимеризация диенов. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе. Строение аллена, реакции присоединения к алленам.

Алициклические соединения. Классификация алициклов. Типы напряжения в циклоалканах. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Методы синтеза и особенности химических свойств. Арены. Концепция ароматичности. Строение бензола. Аннулены. Аннулены ароматические и неароматические. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды. Критерии ароматичности. Антиароматичность на примере циклобутадиена. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ориентационные эффекты заместителей. Согласованная и несогласованная ориентация.

### *3. Галогенпроизводные углеводородов*

Изомерия, номенклатура. Способы получения. Реакции нуклеофильного замещения в алкилгалогенидах. Реакции  $S_N2$ - и  $S_N1$ -типа. Кинетика, стереохимия. Понятие о нуклеофильности. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость  $S_N2$  реакций. Метод межфазного переноса и его использование в органическом синтезе. Реакции элиминирования.  $\alpha$ - и  $\beta$ -Элиминирование.

Классификация механизмов  $\beta$ -элиминирования:  $E1$ ,  $E2$  и  $E1cb$ . Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования. Конкуренция процессов  $E2$  и  $S_N2$ ,  $E1$  и  $S_N1$ . Нуклеофильное ароматическое замещение: ариновый механизм и механизм  $S_N2_{Ar}$ .

### *4. Спирты и фенолы*

Спирты. Классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения и химические свойства спиртов. Многоатомные спирты, особенности свойств. Фенолы. Методы получения (кумольный способ получения фенола). Фенолы как ОН-кислоты. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Химические свойства фенолов.

### *5. Простые эфиры*

Номенклатура, изомерия и методы получения. Свойства простых эфиров. ПОксиды (оксираны). Способы получения. Раскрытие цикла в них под действием электрофильных и нуклеофильных агентов. Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.

## *6. Карбонильные соединения*

Альдегиды и кетоны. Изомерия и номенклатура. Методы получения. Строение карбонильной группы, ее полярность. Химические свойства. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Енолизация их в реакциях галогенирования. Кислотный и основной катализ этих реакций. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов, конденсация их с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой. Бензоиновая конденсация. Карбоновые кислоты. Классификация, номенклатура, изомерия. Методы синтеза. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность, ее зависимость от различных факторов. Химические свойства карбоновых кислот. Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды, ангидриды, амиды и нитрилы. Получение и химические свойства. Кетен. Получение и свойства. Сложные эфиры: методы синтеза, химические свойства.

## *7. Амины*

Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Методы получения, химические свойства. Ароматические диазосоединения. Строение и устойчивость солей диазония. Реакции диазосоединений с выделением и без выделения азота.

## *8. Гетероциклические соединения*

Классификация и основные типы гетероциклических соединений. Пиррол. Индол. Пиридин. Хинолин. Их ароматичность. Особенности химических свойств.

## *9. Основы биоорганической химии*

Аминокислоты и белки. Номенклатура аминокислот. Природные аминокислоты. Хиральность аминокислот, образующих протеины. Амфотерность аминокислот. Изoeлектрическая точка. Свойства аминокислот. Номенклатура и основные принципы синтеза полипептидов. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Сахара. Классификация и стереохимия моносахаридов. Таутомерные превращения D-глюкозы в растворе.  $\alpha$ - и  $\beta$ -Аномеры. Формулы Хеуорса для моносахаридов. Мутаротация глюкозы.

Конформации пиранозного цикла. Дисахариды (биозы). Полисахариды - целлюлоза и крахмал. Особенности строения и свойств.

### ***3. Перечень примерных вопросов к вступительному экзамену***

1. Амины. Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Методы получения, химические свойства. Ароматические диазосоединения. Строение и устойчивость солей диазония. Реакции диазосоединений с выделением и без выделения азота.

2. Классификация и основные типы гетероциклических соединений. Пиррол. Индол. Пиридин. Хинолин. Их ароматичность. Особенности химических свойств.

3. Сложные эфиры: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами, реакция Буво-Блана. Реакция переэтерификации и сложноэфирной конденсации (Кляйзен). Нитрилы: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами, реакция с магнием- и литийорганическими соединениями.

4. Функциональные производные карбоновых кислот. Хлорангидриды: реакции ацилирования, реакция Розенмунда-Зайцева, реакции с магнием органическими соединениями и литийкупратами. Ангидриды карбоновых кислот: реакции ацилирования, реакция Перкина. Амиды: восстановление, реакция Гофмана и родственные ей. Реакция с азотистой кислотой (Буво). Взаимопревращения амидов и нитрилов.

5. Карбоновые кислоты. Классификация, номенклатура, изомерия. Методы синтеза. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность, ее зависимость от различных факторов.

6. Химические свойства карбоновых кислот. Галогенирование карбоновых кислот. Декарбоксилирование. Реакция этерификации, реакции с галогенангидридами минеральных кислот их механизм.

7. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление, нитрозирование, алкилирование. Альдо-кето конденсация и ее механизм (кислотный и основной катализ). 8. Альдегиды и кетоны. Изомерия и номенклатура. Методы получения. Строение. Реакции с нуклеофилами: водой, бисульфитом натрия, металлоорганическими соединениями, пятихлористым фосфором,

спиртами, образование циангидринов, оксимив, гидразонов, азинов, семикарбазонов, еминов, оснований Шиффа, уротропина. Реакция Манниха.

9. Простые эфиры. Номенклатура, изомерия и методы получения. Свойства простых эфиров. П-Оксиды (оксираны). Способы получения. Раскрытие цикла в них под действием электрофильных и нуклеофильных агентов. Краун-эфиры.

10. Фенолы. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Химические свойства фенолов.

11. Ароматические галогенопроизводные. Способы получения. Реакции затрагивающие связь C-Hal. Особенности нуклеофильного замещения в ароматическом ряду, механизм  $S_N2_{аром}$ , влияние заместителей и природы галогена. Механизм  $S_{RN}1$ . Взаимодействие арилгалогенидов с металлами. Ариновый механизм (EA).

12. Спирты. Классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения. Химические свойства: кислотные свойства, -ОН- группа в качестве уходящей (замещение на галоген, образование простых эфиров, дегидратация). Многоатомные спирты, особенности свойств.

13. Галогенпроизводные углеводородов. Реакции элиминирования.  $\alpha$  - и  $\beta$  - Элиминирование. Механизмы E1, E2 и E1cb. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования. Конкуренция процессов E2 и  $S_N2$ , E1 и  $S_N1$ .

14. Галогенпроизводные углеводородов. Изомерия, номенклатура. Способы получения. Реакции нуклеофильного алифатическом ряду. Механизмы  $S_N2$ ,  $S_N1$ ,  $S_N2'$ . Стереохимия. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость реакций. Межфазный катализ. Амбидентные нуклеофилы.

15. Арены. Концепция ароматичности. Строение бензола. Аннулены. Аннулены ароматические и неароматические. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды. Критерии ароматичности. Антиароматичность на примере циклобутадиена.

16. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование и ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ориентационные эффекты заместителей. Согласованная и несогласованная ориентация.

17.Алициклические соединения. Классификация алициклов. Типы напряжения в циклоалканах. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Методы синтеза и особенности химических свойств.

18.Алкадиены. Классификация, изомерия и номенклатура диенов. Бутадиен1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов. Химические свойства 1,3-диенов: 1,2- и 1,4-присоединение. Термодинамический и кинетический контроль. Строение аллена, реакции присоединения к алленам.

19. Перициклические реакции. Концепция граничных орбиталей. Правило сохранения орбитальной симметрии. Электроциклические реакции. Сигматропные перегруппировки. Циклоприсоединение. Реакция ДильсаАльдера.

20. Алкины. Номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов. Химические свойства алкинов: восстановление, электрофильное и нуклеофильное присоединение по тройной связи, олигомеризация ацетилена. Кислотные свойства терминальных ацетиленов, ацетилениды, реактивы Йоича.

21. Алканы. Изомерия и номенклатура. Конформации этана и бутана. Химические свойства. Механизм свободно-радикального замещения. Устойчивость свободных радикалов. Реакции алканов в сильноокислых средах.

22. Асимметрический атом углерода. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Оптическая изомерия, оптическая активность.

23. Энантиомеры. Рацематы. Принципы D,L- и R,S-номенклатур. Способы разделения рацематов. Соединения с двумя хиральными центрами. Диастереомеры.

24.Алкены. Природа двойной связи. Номенклатура и изомерия. Принципы Z,E-номенклатуры. Окисление алкенов: эпоксидирование, цис- и транс-гидроксилирование, расщепление связи C=C. Гидрирование. Радикальные реакции алкенов: присоединение HBr в присутствии перекисей (перекисный эффект Хараша), аллильное галогенирование и окисление.

25.Электрофильное присоединение по связи C=C: кислот, галогеноводородов, воды, галогенов. Устойчивость карбкатионов. Региоселективность и

стереохимия электрофильного присоединения. Гидроборирование, его использование для получения продуктов гидрирования и гидратации.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Органическая химия. В 2 томах. Том 1. Учебник для вузов / Академкнига, 2008. - 728 с.
2. Органическая химия. В 2 томах. Том 1. Учебник для вузов / Академкнига, 2008. – 584 с.
3. Бакстон Ш., Робертс С. Введение в стереохимию органических соединений / Мир, 2005. - 312 с.
4. Основы органической химии лекарственных веществ. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Шендрик И.В. / М.: Мир, 2003. - 192 с.
5. Органический синтез. Наука и искусство /Пер. с англ. Смит В.Н., Бочков А., Кейпл Р. / М.:Мир, 2001. - 573 с

Дополнительная:

1. Логика органического синтеза. В 2т. Т.2.: Примеры и иллюстрации / Ласло Пьер; Пер. с фр. Е.А. Ивановой; Под ред. М.Г. Гольдфельда. - М.: Мир, 1998. - 200с. ил.
2. Логика органического синтеза. В 2т. Т.1: Теоретические представления и основные факты / Ласло Пьер; Пер. с фр. Е.А. Ивановой; Под ред. М.Г. Гольдфельда. - М.: Мир, 1998. – 229 с. ил.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы 1.

1. <http://ru.wikipedia.org> - электронная энциклопедия.
2. <http://www.koob.ru> – электронная библиотека.
3. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная система. Образовательные и просветительские издания,
4. <http://studentam.net> – электронная библиотека учебников. 5. [www.dissercat.ru](http://www.dissercat.ru) – электронная библиотека диссертационных работ.