

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Вятский государственный университет»**  
(ВятГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель приемной комиссии,  
Ректор ВятГУ



  
В.Н. Пугач

Протокол заседания  
Приемной комиссии  
от 12.10.2020 № 21

**ПРОГРАММА**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
по образовательной программе магистратуры  
04.04.01 «Химия. Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая  
безопасность»

## 1. Пояснительная записка

Программа вступительного испытания включает перечень вопросов, типовых задач и список литературы для подготовки к поступлению в магистратуру по направлению подготовки 04.04.01 Химия. В программе приведены основные требования к знаниям, умениям и навыкам, предъявляемые к абитуриентам, поступающим в магистратуру по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

Цель вступительного испытания: оценить уровень знаний абитуриентов по предмету «Химия окружающей среды» и принять для обучения в магистратуре по направлению подготовки 04.04.01 Химия абитуриентов, показавших высокий уровень подготовки по предмету.

Задачи вступительного испытания:

1. Оценка уровня знаний абитуриентов по предмету «Химия окружающей среды».
2. Отбор для обучения в магистратуре абитуриентов, отличающихся высоким уровнем знаний по предмету.

Требования к абитуриенту:

Должен знать:

1. Основные понятия химии окружающей среды;
2. Химический состав геосфер и биосферы;
3. Химические реакции, протекающие в окружающей среде;
4. Биогеохимические циклы биогенных элементов;
5. Основные направления деструкции и биотрансформации загрязняющих веществ.
6. Экологические проблемы загрязнения природных сред и объектов.

Должен уметь:

1. Решать расчетные задачи по основным разделам химии окружающей среды;
2. Записывать уравнения химических реакций, протекающих в окружающей среде.
3. Моделировать химические процессы, происходящие в природе.

Должен владеть:

1. Приемами написания уравнений химических реакций, протекающих в окружающей среде;
2. Навыками исследовательской работы по изучению природных сред и объектов;
3. Навыками работы с литературой и поиска информации.

## 2. Содержание программы вступительного испытания

### Раздел 1. Введение

Предмет «Химия окружающей среды». Связь экологии с химией, биологией и другими предметами. Изменение природы под влиянием деятельности людей. Законы экологии Б. Коммонера. Забота об окружающей среде - долг и обязанность каждого человека.

### Раздел 2. Химия биосферы

#### Тема 2.1. Учение о биосфере

Понятие биосферы, ее границы. Биосфера - универсальная экосистема Земли. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Типы вещества в биосфере. Функции живого вещества. Непрерывные круговороты веществ и энергии (законы термодинамики).

Многообразие связей между компонентами биосферы. Химические элементы в биосфере (биогенные, второстепенные). Макроэлементы и микроэлементы.

### **Тема 2.2. Физико-химические процессы живой материи**

Фотосинтез, хемосинтез, дыхание, брожение, гниение и их основные стадии, значение в природе.

## **Раздел 3. Химия атмосферы**

### **Тема 3.1. Строение, состав, основные характеристики атмосферы**

Состав, строение и характеристика атмосферы земли. Неограниченность атмосферы, прозрачность, температурный режим.

### **Тема 3.2. Химические реакции в атмосфере**

Химические реакции в атмосфере. Фотодиссоциация, фотоионизация. Реакции ионов в атмосфере: переноса заряда, обмена, диссоциативной рекомбинации

### **Тема 3.3. Экологические проблемы химии атмосферы**

Общая характеристика и функция озонового слоя. Образование и разрушение озона в атмосфере. Нулевой цикл озона. Водородный, азотный, хлорный и бромный циклы озона. Реакции обрыва цепи в процессах, вызывающих разрушение озона. «Озоновая дыра» над Антарктидой. Международные соглашения, направленные на сохранение озонового слоя.

Смог. Влажный смог. Фотохимический смог. Кислотные дожди. Радиоактивное загрязнение атмосферы. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность.

Защитные функции атмосферы. Роль ионосферы и озонового экрана. Влияние атмосферы на климат, температуру и давление. Газовый баланс. Будущее атмосферы. Состояние воздушного бассейна в регионе. Охрана атмосферы.

## **Раздел 4. Химия гидросферы**

### **Тема 4.1. Вода в природе**

Аномальные свойства воды: зависимость плотности воды от температуры, теплоемкость воды, удельная энтальпия испарения, поверхностное натяжение, диэлектрическая проницаемость. Происхождение всех вод Земли. Гипотезы: первичного пылевого облака; образование воды из первичных водорода, кислорода; «Солнечный ветер». Роль воды для климата поверхности Земли, жизненных процессов. Природа самоочищения воды.

### **Тема 4.2. Ресурсы пресных и соленых вод**

Мировой океан. Гипотеза «холодного» образования планеты. Основные характеристики Мирового океана. Химический состав морской воды, pH, буферные свойства. Ресурсы мирового океана.

Пресная вода. Ресурс пресной воды по объектам. Характеристика речных, озерных, болотных вод. Ледники, айсберги. Свойства, качество пресных вод. Структура использования пресной воды. Потребление пресной воды. Биологическая вода. Понятие «ювенильной» воды.

Подземная гидросфера, ее характеристика, объем, масса. Естественные запасы подземных вод. Водопроницаемость, влагоемкость, водоносность пород. Свободное и связанное состояние воды в породах. Химически и физически связанная вода. Флюация, диффузия, фильтрация воды. Граница Конрада, поверхность Махаровичича. Химический состав подземных вод.

### **Тема 4.3. Сточные воды. Способы очистки воды**

Чистая и загрязненная вода. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК). Элементы водной токсикологии. Основные источники загрязнения воды.

Сточные воды: понятие, классификация. Очистка сточных вод, стадии очистки. Химические способы очистки (сорбция активированным углем, нейтрализация, коагуляция, электродиализ, электрофлотация, электрокатализ). Проблемы и способы очистки питьевых вод. Хлорирование, озонирование, осаждение, ионный обмен, экстракция в очистке природных питьевых вод. Методы отделения грубодисперсных, мелкодисперсных и растворенных примесей в воде. Особенности биологической очистки воды.

Водные ресурсы Кировской области. Состояние, обеспеченность, потребление. Основные виды загрязнителей, их источники. Показатели качества воды в системе экологического мониторинга. Охрана гидросферы (совершенствование технологических процессов, замкнутые циклы, сокращение расхода воды и ее загрязненности, совершенствование методов очистки).

## **Раздел 5. Химия литосферы**

### **Тема 5.1. Строение, состав литосферы**

Литосфера. Строение земли, геосферы, объем, масса. Химические элементы и минералы земной коры. Горные породы. Руды.

Земные ресурсы: топливные и энергетические, ресурсы металлов и неметаллов. Индекс использования ресурсов (ИИР). Запасы и потребление некоторых металлов. Металлы с высокой и средней степенью истощения. Потребление природных ресурсов. Полезные ископаемые и охрана недр в Кировской области.

### **Тема 5.2. Характеристика почв. Проблема деградации почв**

Почвы, их эволюция. Химический состав почв. Горизонты почв (поверхностный, гумусовый и горизонт, отвечающий материнской породе). Разнообразие типов почв. Плодородие почвы и способы ее возобновления. Эрозия почвы. Виды эрозии. Биологический и геологический круговороты веществ в почве.

Проблемы загрязнения почв. Основные загрязнители и их источники: соли тяжелых металлов, пестициды, нитраты, твердые и жидкие отходы, свалки, склады химического оружия, ядерные взрывы, полигоны, радиоактивные отходы АЭС и методы их захоронения.

Состояние земельных ресурсов Кировской области. Охрана (предотвращение загрязнения и истощения, повышение плодородия, борьба с водной и ветровой эрозией).

## **Раздел 6. Загрязнение окружающей среды**

### **Тема 6.1. Проблема химического загрязнения окружающей среды**

Понятие о веществах-загрязнителях. Классификация загрязнителей. Пути миграции веществ-загрязнителей в биосфере. Хемосфера. Ксенобиотики. Поллютанты. Экотоксиканты. Суперэкотоксиканты. Персистентность. Биомагнификация. Биоконцентрирование. Биоаккумуляция. Токсичность.

### **Тема 6.2. Биodeградация загрязняющих веществ**

Биотрансформация загрязняющих веществ. Фазы метаболизма ксенобиотиков (окисление, восстановление, гидролиз и конъюгация). Факторы, влияющие на биотрансформацию ксенобиотиков.

### **Тема 6.3. Деструкция загрязняющих веществ в окружающей среде**

Основные типы реакций превращения посторонних веществ, происходящих в окружающей среде (фотохимические реакции, окислительно-восстановительные, гидролитические процессы, адсорбция, биотрансформация). Перемещение загрязнителей в пределах одной среды и переход из одной среды в другую.

## **Раздел 7. Круговорот химических элементов**

### **Тема 7.1. Миграция химических элементов**

Типы миграции: механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная. Глобальные биогеохимические циклы: круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и гидросфере; осадочный цикл с резервным фондом в земной коре. Круговорот веществ с обменным фондом. Биотический круговорот.

### **Тема 7.2. Биогеохимические циклы**

Круговорот воды в природе (механический, физический, физико-химический, химический, биологический, технический). Антропогенные нарушения биогеохимических круговоротов. Химическое загрязнение. Безотходное производство. Влияние хозяйственной деятельности человека на природу. Комплексное использование химического сырья. Химический контроль состояния окружающей среды.

### **Тема 7.3. Круговорот биогенных элементов**

Круговорот азота, фосфора, серы, кислорода, углерода в природе. Круговорот магния и кальция, тяжёлых металлов в природе.

## **3. Методические указания по подготовке к вступительному испытанию**

Вступительное испытание проводится в письменной форме (тестирование). Каждый тест содержит 20 вопросов, относящихся к разным разделам программы вступительного испытания.

При подготовке к вступительному испытанию особое внимание следует уделить чтению рекомендованной литературы, в ходе которого следует обобщить и систематизировать имеющиеся знания.

Вступительный экзамен для магистратуры включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки.

## **4. Перечень основной и дополнительной литературы**

### **4.1. Основная литература**

1. Вольф, И. В. Химия окружающей среды. Химия гидросферы: учебное пособие [Текст] / И. В. Вольф, М. А. Синякова. – СПб.: СПбГТУРП, 2013. – 90 с.
2. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды [Текст] / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, Л. С. Суханова / Под ред. Т. И. Хаханиной. - М. : Юрайт, 2013. - 215 с.
3. Топалова, О. В. Химия окружающей среды [Текст] / О. В. Топалова. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2013. - 160 с.

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Андруз, Дж. Введение в химию окружающей среды [Текст] / Дж. Андруз, П. Бримблекумб, Т. Джикелз, П. Лисс; Пер. с англ. А. Г. Заварзиной / Под ред. Г. А. Заварзина. – М.: Мир, 1999. – 271 с.

2. Задачи и вопросы по химии окружающей среды [Текст] / Н. П. Тарасова [и др.]. – М.: Мир, 2002. – 368 с.
3. Богдановский, Г. А. Химическая экология [Текст]: Учебное пособие / Г. А. Богдановский. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
4. Шустов, С.Б. Химические основы экологии [Текст] / С. Б. Шустов, Л. В. Шустова. – М.: Просвещение, 1994. – 239 с.
5. Исидоров, В. А. Экологическая химия [Текст] / В. А. Исидоров. – С.П., Химиздат, 2001. – 303 с.

### **5. Примерный перечень вопросов и заданий вступительного испытания**

1. Предмет «Химия окружающей среды».
2. Состав, строение и характеристика атмосферы Земли.
3. Химические реакции в атмосфере.
4. Защитные функции атмосферы.
5. Экологические проблемы химии атмосферы.
6. Общая характеристика и функция озонового слоя.
7. Радиоактивное загрязнение атмосферы.
8. Кислотные дожди.
9. Состояние воздушного бассейна в регионе. Охрана атмосферы.
10. Показатели чистоты атмосферного воздуха в системе мониторинга.
11. Происхождение всех вод Земли. Роль воды в биосфере.
12. Вода в природе.
13. Круговорот воды в природе.
14. Мировой океан.
15. Пресная вода.
16. Подземная гидросфера.
17. Типы загрязнения воды.
18. Чистая и загрязненная вода. Показатели качества воды.
19. Показатели качества воды в системе экологического мониторинга.
20. Химические способы очистки воды.
21. Водные ресурсы Кировской области.
22. Биологическая вода. Понятие «ювенильной» воды. Влияние микроорганизмов на природные процессы растворения, выщелачивания, выпадения в осадок, на ионный обмен, ход окислительно-восстановительных реакций. Роль планктона в процессах фотосинтеза.
23. Проблемы и способы очистки питьевых вод.
24. Литосфера. Строение земли, геосферы, объем, масса. Химические элементы и минералы земной коры. Горные породы. Руды.
25. Почвы, их эволюция. Химический состав почв.
26. Земные ресурсы.
27. Состояние земельных ресурсов Кировской области.
28. Проблемы загрязнения почв.
29. Показатели мониторинга почв фоновых и техногенных территорий.
30. Перемещение загрязнителей в пределах одной среды и переход из одной среды в другую.
31. Круговорот кислорода в природе.
32. Круговорот фосфора в природе.
33. Круговорот азота в природе.

34. Круговорот углерода в природе.
35. Круговорот магния в природе.
36. Круговорот серы в природе.
37. Круговорот кальция в природе.
38. Круговорот тяжелых металлов.
39. Глобальные биогеохимические циклы.
40. Антропогенные нарушения биогеохимических круговоротов.
41. Основные типы реакций превращения посторонних веществ, происходящих в окружающей среде.
42. Миграция химических элементов.
43. Понятие биосферы, ее границы.
44. Многообразие связей между компонентами биосферы.
45. Физико-химические процессы живой материи.
46. Понятие о веществах-загрязнителях. Классификация загрязнителей. Пути миграции веществ-загрязнителей в биосфере.
47. Хемосфера. Ксенобиотики. Поллютанты. Экоотоксиканты. Суперэкоотоксиканты.
48. Полезные ископаемые и охрана недр в Кировской области.
49. Техногенные источники загрязнения природных сред и объектов.
50. Природные экологически опасные факторы.
51. Экологические проблемы загрязнения природных сред и объектов.
52. Комплексный экологический мониторинг природных сред и объектов.
53. Методы экологического мониторинга.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ:

1. Как меняются давление, температура и концентрация озона в стратосфере с увеличением расстояния от поверхности Земли?
2. Как меняются давление, температура и концентрация озона в мезосфере с уменьшением расстояния до поверхности Земли?
3. Напишите реакции, которые вызывают разрушение озона в атмосфере.
4. Поясните механизм образования парникового эффекта
5. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе образования кислотных дождей
6. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе образования фотохимического смога
7. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе образования влажного (Лондонского) смога
8. Поясните механизм защитного действия озонового слоя для биосферы
9. Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения предельно допустимой разовой концентрации  $\text{ПДК}_{\text{М.Р}} = 0,035 \text{ мг/м}^3$ ?
10. Сколько частиц пыли присутствует в каждом кубическом метре воздуха при концентрации, равной ПДК для рабочей зоны, составляющей  $6 \text{ мг/м}^3$  (принять: плотность пыли —  $4 \text{ г/см}^3$ , диаметр частиц —  $0,5 \text{ мкм}$ , все частицы сферической формы)?
11. Какой вид антропогенной деятельности более всего ответствен за глобальное повышение концентрации диоксида углерода в атмосфере?

12. Сколько кислорода может содержаться в литре воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, при температуре 25°C и давлении 10,1 кПа (константа Генри для кислорода при этих условиях  $K_H = 1,2 \cdot 10^{-8}$  моль/(л · Па); концентрация кислорода в воздухе соответствует средним значениям)?

13. Какова общая жесткость воды Мирового океана (воды Мирового океана содержат (в мг/л):  $\text{Na}^+$  — 10560;  $\text{Mg}^{2+}$  — 1270;  $\text{Ca}^{2+}$  — 1400;  $\text{K}^+$  - 380;  $\text{Cl}^-$  - 18 980;  $\text{SO}_4^{2-}$  - 2650;  $\text{HCO}_3^-$  - 140;  $\text{Br}^-$  - 65;  $\text{F}^-$  - 1)?

14. Каково среднее время пребывания воды в атмосфере, если по оценкам специалистов в атмосфере находится 12900 км<sup>3</sup> воды, а на поверхность суши и океана выпадает в виде атмосферных осадков в среднем  $577 \cdot 10^{12}$  м<sup>3</sup> воды в год?

15. Поясните механизм негативного действия УФ излучения на живые организмы

16. Поясните, как связаны между собой длина волны излучения и её негативное действие на живые организмы.

17. Напишите примеры реакций фотоионизации газов в атмосфере.

### 5. Порядок проведения вступительного испытания

Вступительное испытание проводится в следующих формах:

- в форме письменного бланкового тестирования;
- в форме тестирования с применением дистанционных технологий при обязательной идентификации личности поступающего.

Шкала оценивания – 100-балльная.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 40.

Время работы с тестом – 45 минут.