

**Учреждение образования**

**«Международный государственный экологический институт  
имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета**

**УТВЕРЖДАЮ**



Директор  
МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ  
О.И. Родькин

26.06 2025 г.

Регистрационный № 40-3/2025/г.р.

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ,  
МОДУЛЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ**

**ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

специальности переподготовки 9-09-0711-08 Инженерная экология

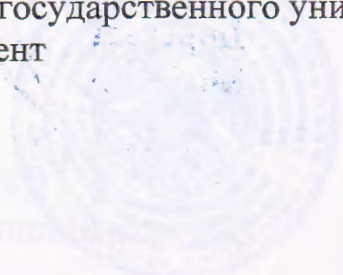
квалификация: инженер

в соответствии с примерным учебным планом по специальности  
переподготовки, утвержденным 04 августа 2023 г. № 25-13/274

Разработчики программы:

Е.М.Минченко, заместитель начальника научно-исследовательского отдела Государственного учреждения образования «Институт бизнеса Белорусского государственного университета»;

В.А. Кравченко, доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент



Рекомендована к утверждению:

Кафедрой дополнительного образования факультета повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

Протокол заседания от 23 июня 2025 г. № 11.

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

Протокол заседания от 25 июня 2025 г. № 9.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Программа по учебной дисциплине «Химия окружающей среды» предназначена для подготовки слушателей по специальности переподготовки 9-09-0711-08 «Инженерная экология».

Предметом изучения в рамках программы «Химия окружающей среды» являются основные химические процессы, протекающие с участием абиотических компонентов биосферы в естественных условиях, а также изменения в этих процессах, связанные с влиянием антропогенных факторов.

Целями освоения дисциплины химия окружающей среды являются:

- ознакомление слушателей с главными химическими процессами, протекающими в окружающей среде и определяющими современное химическое состояние Земли;
- изучение процессов миграции и трансформации химических соединений природного и антропогенного происхождения в атмосфере, литосфере и гидросфере;
- формирование у слушателей знаний и умений, позволяющих решать задачи, связанные с физико-химическими процессами, протекающими с участием абиотических факторов в различных геосферах, а также о проблемах окружающей среды.

Задачи курса:

- изложить ключевые концепции и принципы, управляющие природными химическими процессами;
- ознакомить слушателей с глобальными проблемами охраны окружающей среды от химических загрязнений.

Изучение данного курса предусматривает сочетание теоретического и практического обучения с последующим анализом полученных результатов с точки зрения экологической безопасности.

### **Основные требования к результатам учебной деятельности слушателей**

В результате изучения дисциплины слушатель должен:

Знать:

- механизмы трансформации химических веществ в окружающей среде;
- методы защиты биосферы от химических загрязнений;
- основные принципы химии окружающей среды;
- причины и источники загрязнения;
- основные химические процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере, геосфере и степень их нарушения химическими загрязнениями.

Уметь:

- анализировать химический состав основных природных сфер и физико-химические процессы, происходящих в них;

- виды загрязнения биосферы и всех её компонентов и методы защиты биосферы от химических загрязнений;
- определять качественный и количественный состав загрязнителей основных сред жизни, отслеживать пути их перемещения в биосфере

Владеть:

- основными методами исследования;
- терминологией дисциплины.

### **Формируемые компетенции в рамках учебной дисциплины**

Переподготовка специалиста должна обеспечивать формирование следующих специализированных компетенций:

- СП31 знать основные физико-химические процессы в атмосфере, гидросфере и почвенном слое;
- СП32 знать причины, источники и последствия загрязнения атмосферы, биосферы, морской и пресной воды;
- СП33 знать пути миграции, накопления и последствия воздействия на живые организмы загрязняющих веществ.

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам.

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации слушателей по итогам освоения дисциплины осуществляется по результатам:

- устного опроса всех слушателей на практических занятиях для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины,
- анализа и обсуждения подготовленных слушателями докладов по темам для самостоятельного изучения,
- самостоятельного выполнения индивидуальных заданий.

Предлагаемая программа составлена с учетом базовых знаний слушателей по следующим дисциплинам: «Химия общая и неорганическая», «Химия органическая», «Физика», «Основы экологии», а так же является необходимой частью знаний для дальнейшего изучения курса «Технология основных производств и промышленная экология», «Организация более чистого производства».

*Методы и средства реализации содержания учебной программы*

Основные методы обучения при изучении дисциплины являются:

- элементы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности (словесные, наглядные, практические, элементы самостоятельной работы слушателей);
- элементы стимулирования и мотивации учебной деятельности (учебные дискуссии);
- элементы контроля и самоконтроля в обучении (индивидуальный опрос).

Для демонстрации лекционного материала используются технические средства: ноутбук, телевизор.

Общий объем часов на изучение дисциплины составляет:

для очной вечерней формы обучения – 36 часов, из них 12 часов – лекционных занятий, 10 часов – практических занятий, 14 часов – самостоятельная работа.

для заочной формы обучения – 36 часов, из них 10 часов – лекционных занятий, 8 часов – практических занятий, 18 часов – самостоятельная работа.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
**учебной дисциплины**  
**(очная вечерняя форма обучения)**

Наименования разделов, модулей дисциплин, тем и форм текущей, промежуточной аттестации	Количество учебных часов										Этапы	Кафедра
	ВСЕГО	распределение по видам занятий										
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	круглые столы, тематические дискуссии	лабораторные занятия	деловые игры	тренинги	конференции	самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Введение. Предмет изучения и задачи химии окружающей среды.	4	2								2	1	Кафедра дополнительного образования
Химическая эволюция Земли. Биогеохимические циклы элементов и веществ.	6	2								4	1	
Химические процессы в атмосфере	10	2	4							4	1	
Химические процессы в гидросфере, литосфере	8	2	4							2	1	
Химия загрязнения природных сред	8	4	2							2	1	
Форма промежуточной аттестации по учебной дисциплине (модулю)	Зачет										1	

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
**учебной дисциплины**  
**(заочная форма обучения)**

[illegible]



# **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ**

## **Тема 1. Введение. Предмет изучения и задачи химии окружающей среды**

Определение, предмет, задачи химии окружающей среды. Взаимодействие с другими научными дисциплинами. Направление исследований в области химии окружающей среды. Факторы, обуславливающие изменения природной среды.

## **Тема 2. Химическая эволюция Земли. Биогеохимические циклы элементов и веществ**

Химические изменения в земной коре. Составные части Земли. Распространение химических элементов в земной коре. Геологический цикл. Понятие биогеохимических циклов. Большой и малый круговорот веществ. Биогеохимические циклы кислорода, углерода, азота, серы, фосфора.

## **Тема 3. Химические процессы в атмосфере**

Физико-химические процессы в атмосфере. Состав и строение атмосферы. Источники поступления газов в атмосферу. Функции атмосферы. Типы реакций. Реакции ионов в атмосфере. Химические реакции в ионосфере. Реакции образования и стока озона. Химические процессы в тропосфере. Реакции окисления углеводородов. Реакции с участием гидроксильного радикала. Участие воды в химических процессах атмосферы. Фотокаталитические реакции.

## **Тема 4. Химические процессы в гидросфере, литосфере**

Физико-химические процессы в гидросфере. Элементарный состав. Компоненты химического состава природных вод. Жёсткость воды. Минерализация. Способы классификации природных вод. Классификация природных вод О.А. Алекина. Геохимическая классификация А.И. Перельмана. Кислотно-основные равновесия в природных водах. Щёлочность природных вод. Солёность, хлорность. процессы закисления водоёмов. Редокс-буферность природных вод.

Происхождение, состав и функции почвы. Образование почвенного слоя. Кларки химических веществ. Выветривание горных пород. Механический состав почв. Химический состав почв. Органическое вещество почвы. Состав и свойства гумусовых веществ. поглотительная способность почв и ионный обмен. почвенно-поглощающий комплекс. Почвенная кислотность. Поведение тяжёлых металлов и их соединений в почве.



## **Тема 5. Химия загрязнения природных сред**

Характеристика загрязнителей атмосферы. Воздействие основных загрязнителей воздуха на живые организмы. Образование фотохимического смога. Трансформация аэрозольных частиц в атмосфере. Парниковый эффект. Проблемы трансграничного переноса.

Загрязнение водной среды тяжёлыми металлами. Загрязнение водоёмов веществами органического происхождения. ПАВ. Пестициды.

Загрязнение почв тяжёлыми металлами. Отрицательные экологические последствия использования пестицидов в сельском хозяйстве: загрязнение продукции и накопление пестицидных остатков в почвенной среде.

### **Темы практических занятий**

#### *Химические процессы в атмосфере*

- Оксиды азота – как инициаторы фотохимического смога и механизм их образования.
- Механизм образования кислотных дождей. Влияние кислотных дождей на природные объекты, здания, памятники.

#### *Химические процессы в гидросфере, литосфере*

- Оценка загрязнённости воды (БПК, ХПК).
- Влияние водно-солевого режима на состояние почв.

#### *Химия загрязнения природных сред*

Вещества антропогенного происхождения, распространённые в атмосфере, гидросфере, литосфере (фталаты, полихлорированные бифенилы, полициклические ароматические углеводороды, диоксины).

### **Темы для самостоятельной работы слушателей**

#### *Введение. Предмет изучения и задачи химии окружающей среды*

- Перспективные направления исследований в области химии окружающей среды.

#### *Химическая эволюция Земли. Биогеохимические циклы элементов и веществ*

Биогеохимические циклы веществ, образующихся при осуществлении производственной деятельности.

#### *Химические процессы в атмосфере*

- Химия загрязнённой атмосферы городов.
- Проблема гибели лесов
- Природа парникового эффекта
- Влияние кислотных осадков на строительные материалы и памятники культуры.
- Разрушение озонового слоя.
- Образование фотохимического смога.

### *Химические процессы в гидросфере, литосфере*

- Загрязнения грунтовых, речных и морских вод органическими остатками.
- Загрязнения грунтовых, речных и морских вод неорганическими остатками.
- Загрязнения грунтовых, речных и морских вод тяжелыми металлами.
- Кислотное загрязнение почв.
- Влияние тяжелых металлов на состояние почв и растительность.
- Загрязнение почв пестицидами.
- Антропогенное загрязнение почв. Влияние водно-солевого режима на состояние почвы.

### *Химия загрязнения природных сред*

- Воздействие летучих органических соединений (бензолы, фенол, толуол и др.)
- Процесс образования и воздействия диоксинов на окружающую среду, организм человека.
- Характеристика загрязнителей атмосферы.
- Воздействие основных загрязнителей воздуха на живые организмы.
- Загрязнение водной среды тяжёлыми металлами.
- Загрязнение водоёмов веществами органического происхождения.
- ПАВ.
- Загрязнение почв тяжёлыми металлами.
- Отрицательные экологические последствия использования пестицидов в сельском хозяйстве: загрязнение продукции и накопление пестицидных остатков в почвенной среде.

Результаты самостоятельной работы контролируются с помощью: устного опроса во время занятий; подготовки и выступления слушателя с докладом; в ходе текущей аттестации.

## **МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ**

### **Вопросы к зачёту**

1. Определение, предмет, задачи химии окружающей среды. Направление исследований в области химии окружающей среды.
2. Состав и строение основных геосфер Земли.
3. Биогеохимическая эволюция геосфер.
4. Строение и химический состав атмосферы.
5. Источники поступления газов в атмосферу.
6. Функции атмосферы.
7. Атмосферные циклы соединений серы в тропосфере.
8. Атмосферные циклы соединений азота в тропосфере.

9. Реакции с участием гидроксильного радикала.
10. Реакции образования и стока озона.
11. Фотокаталитические реакции.
12. Парниковый эффект.
13. Образование фотохимического смога.
14. Гидрологический цикл и строение гидросферы.
15. Главные ионы в пресных и солёных водах, их происхождение.
16. Факторы, определяющие химический состав природных вод: физико-географические, геологические, окислительно-восстановительные.
17. Способы классификации природных вод.
18. Классификация природных вод О.А. Алекина.
19. Геохимическая классификация А.И. Перельмана.
20. Факторы, определяющие жёсткость вод. Виды жёсткости, химические способы умягчения воды.
21. Солёность, хлорность. Процессы закисления водоёмов.
22. Редокс-буферность природных вод.
23. Происхождение, состав и функции почвы.
24. Органическое вещество почвы.
25. Поглотительная способность почв и ионный обмен.
26. Водные режимы почв. Ионообменная способность почв. Емкость катионного обмена.
27. Насыщенность почв основаниями. Кислотность почв, виды кислотности.
28. Поведение тяжёлых металлов и их соединений в почве.
29. Круговорот углерода.
30. Круговорот азота. Роль микроорганизмов в круговороте.

## ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМЫХ УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ

### Основная литература

1. Бульская, И.В. Экологическая химия : курс лекций / И. В. Бульская ; под общ. ред. канд. техн. наук, доц. Н. С. Ступень ; Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. - Брест : БрГУ им. А.С. Пушкина, 2017. - 105 с.
2. Свирид, А. В. Практикум по дисциплине «Химико-аналитические методы в экологии» (БСП) : учеб.-метод. пособие / А. В. Свирид, Ю. Г. Походня. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. - 76 с.
3. Стадницкий, Г. В. Экология : учебник для ВУЗов / Г. В. Стадницкий. - СПб : ХИМИЗДАТ, 1999. - 280 с.
4. Тарун, Е. И. Экологическая химия : учебно-методическое пособие / Е. И. Тарун, Н. А. Слобода, С. Н. Шахаб ; УО "МГЭИ им. А.Д. Сахарова" БГУ. - Минск : ИВЦ Минфина, 2024. - 83 с Практикум по дисциплине «Химико-аналитические методы в экологии (БСП)» : учеб.-метод. пособие / А. В. Свирид, Ю. Г. Походня . – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 76 с.

### Дополнительная литература

1. Алексеенко, В. А. Химические элементы в городских почвах: [монография] / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. — Москва : Логос, 2014. — 310 с.
2. Белопухов, С. Л. Химия окружающей среды. Учебное пособие / С. Л. Белопухов. – М., 2016. – 240 с.
3. Голдовская, Л. Ф. Химия окружающей среды. – М: Мир, 2005
4. Гусакова, Н. В. Химия окружающей среды : учеб. пособие для студ. вузов / Н. В. Гусакова. - Ростов н/Д : Феникс, 2004. – 192 с.
5. Егоров, В. В. Экологическая химия / В.В. Егоров.- СПб., 2017. – 184 с.
6. Задачи и вопросы по химии окружающей среды : учеб.пособие для студ.вузов / Тарасова Н. П., Кузнецов В. А., Сметанников Ю. В. и др. – М.: Мир, 2002. – 368 с.
7. Топалова, О. В. Химия окружающей среды: Учебное пособие для вузов / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. – Изд-во «Лань», 2022. – 160 с.
8. Трифионов, К. И., Девисилов, В. А. Физико-химические процессы в техносфере. – М. ФОРУМ-ИНФА-М, 2007.
9. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник для вузов / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 233 с.
10. Черных, Н. А. Краткий курс экологической химии : учебник / Н. А. Черных, Ю. И. Баева. – М.: Мир науки, 2020. – 258 с.