

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«18» декабря 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Вар Химия и токсикология окружающей среды

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки/ специальность:

05.03.01 Геология

Профиль программы бакалавриата:

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 8 от 15 декабря 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 30 декабря 2020 г. № 1379 (в действующей редакции).

Год (годы) приема на обучение – 2023.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса "Химия и токсикология окружающей среды" является освоение студентами теоретических основ экотоксикологии, изучение поведения токсичных химических элементов и соединений в биосфере, ознакомление с методами нормирования состояния окружающей среды.

Задачи – приобретение знаний о химическом составе Земли, ее оболочек, главных геологических объектов; изучение законов, определяющих миграцию и дифференциацию химических элементов в природных процессах; знакомство с геохимическими методами решения генетических и прикладных задач геологии, с современными достижениями в области геохимии.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе излагаются вопросы химии атмосферы, водных систем и почв с позиций химической безопасности окружающей среды. Подробно рассматриваются проблемы загрязнения окружающей среды приоритетными токсикантами и экотоксикантами, антропогенного и естественного происхождения, оказывающими воздействие на человека и биоту. Разбираются актуальные вопросы экологии и токсикологии окружающей среды.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, дисциплина профиля по выбору студента, курс – III, семестр – 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая химия», «Основы неорганической химии», «Основы геоэкологии», «Общая геохимия», «Минералогия с основами кристаллографии».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
УК-15 на уровне бакалавриата	УК-15.Б – использует базовые знания в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, понимает экологические ограничения и последствия в сфере профессиональной деятельности (формируется частично).	Знать: современные
ОПК-1 на уровне бакалавриата,	ОПК-1.Б – применяет знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при	Знать: современные представления о космической распространенности элементов, составе

ОПК-2 на уровне бакалавриата	решении стандартных профессиональных задач (формируется частично). ОПК-2.Б – использует знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (формируется частично).	Земли и ее оболочек; геохимическую классификацию элементов; физико-химические законы, управляющие миграцией и элементов в природных процессах; геохимические закономерности дифференциации элементов в магматическом, гидротермальном и осадочном процессах, геохимические свойства атмосферы, гидросферы и биосферы. Уметь: использовать геохимические индикаторы (в т.ч. – изотопные) для решения вопросов геологии.
--	---	--

4. Объем дисциплины: 2 з.е., в том числе 26 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 46 академических часов на самостоятельную работу обучающихся, форма промежуточной аттестации –зачет.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы¹</i>				Самостоятельная работа обучающегося (выполнение практических работ), часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Практические/лабораторные занятия	Всего	
Тема 1. Экологическая токсикология		2			2	
Тема 2. Приоритетные экотоксиканты.		2			2	
Тема 3. Формы нахождения элементов в природных водах и донных отложениях.		2			2	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа.
Тема 4. Химико-экологические проблемы атмосферы.		4			4	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа.
Тема 5. Химико-экологические проблемы гидросферы.		6			6	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа.
Тема 6. Химико-экологические проблемы загрязнения почв.		4			4	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа.
Тема 7. Элементоорганические и сходные соединения.		2			2	
Тема 8. Антропобиогеохимические циклы элементов (АБГХ-циклы)		4			4	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа.
Промежуточная аттестация <i>Зачет</i> ²						Подготовка к зачету, 26 часов
Итого	72	26				46

¹ Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых консультаций или индивидуальной работы с обучающимися

² Время для подготовки к промежуточной аттестации в форме **зачета** выделяется из часов самостоятельной работы обучающихся. Промежуточная аттестация в форме **экзамена** проводится во время экзаменационной сессии, предусмотренной графиком учебного процесса.

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Экологическая токсикология.

Тема 1. Экологическая токсикология (терминология, принципы, применение).

Химия и токсикология окружающей среды как теоретический базис для решения проблем химической безопасности человека и окружающей среды.

Терминология (экологическая химия, химическая экология, биогеохимия, токсикология и экотоксикология).

Молекулярные, клеточные и другие механизмы токсичности (взаимодействие с ДНК, белками, липидами, ферментами и другими биохимическими мишенями). Основные фазы воздействия токсикантов (поглощение, метаболизм, связывание, биоаккумуляция и выход из организма).

Соотношение “доза-реакция”, острые и хронические летальные дозы. Ранжирование токсичности.

Биоаккумуляция токсикантов в трофических цепях – суперэкоотоксиканты (на примере ДДТ). Биоаккумуляция “метилртути” в водных пищевых цепях и её токсичность для биоты и человека - “болезнь Минамата”.

Нормативы и целевые показатели качества окружающей среды (воздух, вода, почва). Биотестирование и биоиндикация качества среды (вода, почва).

Тема 2. Приоритетные экотоксиканты.

Тема 3. Формы нахождения элементов в природных водах и донных отложениях.

Органические соединения в природных водах.

Тяжёлые металлы и их производные: формы существования и трансформации в водных экосистемах (на примере ртути?).

Раздел 2. Химико-экологические проблемы атмосферы.

Тема 4.

Основные виды воздействия человека на атмосферу. Источники химического загрязнения атмосферы: промышленность, транспорт, энергетика и др. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на растительность и здоровье населения.

Приоритетные экотоксиканты: оксиды азота и серы, озон, аммиак, хлористый водород, монооксид углерода, формальдегид, фреоны и трихлоруксусная кислота, полиароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ).

Фотохимические превращения в тропосфере: окисление оксида углерода и метана («парниковый эффект» и пути его устранения), гидролиз оксидов азота и серы – «лондонский смог» (кислотные дожди), образование пероксиацетилнитрата – «лос-анджелесский смог» (негативное влияние на биоту).

Утонышение “озонового слоя Земли” под воздействием фреонов и способы его предотвращения.

Трансграничный перенос загрязняющих веществ в атмосфере.

Методы очистки выбросов в атмосферу. Очистка и обезвреживание газовых выбросов на горно-рудных и металлургических предприятиях. Конверторы токсикантов в выхлопных газах автомобилей.

Раздел 3. Химико-экологические проблемы гидросферы.

Гидрологический цикл, глобальное распределение воды.

Основные источники загрязнения водных экосистем: промышленность, транспорт, энергетика, сельское хозяйство и др.

Нитраты и фосфаты как лимитирующие факторы эвтрофикации водоёмов. Органические загрязняющие вещества и растворенный кислород как критерий качества водных экосистем. **Химическое (ХПК) и биологическое (БПК) потребление кислорода.**

Тяжёлые металлы и их производные: формы существования и трансформации в водных экосистемах.

Самоочищение природных вод.

Техногенные илы.

Нормативы и целевые показатели качества вод (централизованного водоснабжения, природных, сточных). Биотестирование и биоиндикация качества вод. Технологии водоподготовки питьевой воды (хлорирование, озонирование, УФ-облучение). Бытовые фильтры для доочистки питьевой воды. Методы очистки сточных вод: механические, биологические, химические (**флокулирование, нейтрализация, осаждение металлов, окисление, сожжение**).

Раздел 4. Химико-экологические проблемы загрязнения почв.

Строение разреза почв, генетические горизонты. классификация почв.

Деградация почв: водная эрозия, закисление, обеднение биогенами и гумусом, засоление, загрязнение тяжёлыми металлами и органическими токсикантами.

Приоритетные загрязняющие вещества: азотные удобрения (нитраты, аммоний, **карбамат**), соединения тяжёлых металлов (ртути, свинца, кадмия, меди, никеля и др.), хлорорганические пестициды, **фосфор-, азот- и серусодержащие препараты, пиретроиды**. Метаболизм пестицидов в окружающей среде. Детоксикация почв известкованием, фосфатами, гуминовыми веществами.

Тема 7. Элементоорганические и сходные соединения.

Биогеохимический цикл ртути, образование метилртутных соединений. Другие типы металлорганических экотоксикантов (органические производные олова и свинца).

Экотоксикология оловоорганических соединений

Тема 8. Антропобиогеохимические циклы элементов (АБГХ-циклы)

Биогеохимические циклы элементов, их пространственное разрешение. Биогеохимические циклы углерода, кислорода, азота, фосфора и серы.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Для текущего контроля студенты в начале каждой лекции (кроме первой и последней) выполняют 10-минутное тестовое задание по материалу предыдущей лекции (всего 14 тестовых заданий). Результат каждого задания оценивается по пятибалльной шкале и суммарный результат учитывается при сдаче зачета.

Примеры тестовых заданий:

Задание № 5

1. Метод, использованный для получения современной оценки среднего состава земной коры (А.Б.Ронов и др., 1990):
 - а) среднее арифметическое из коллекции анализов
 - б) среднее взвешенное по породам Земной коры
 - в) среднее взвешенное по типам коры и породам
 - г) объемное геохимическое картирование
2. Выполняются ли в составе Земной коры закономерности «космической» распространенности?
 - а) строго выполняются
 - б) выполняется часть правил
 - в) выполняются за исключением нескольких элементов
 - г) не выполняются
3. Какой химический элемент имеет самое большое распространение в литосфере Земли
 - а) Fe
 - б) Si
 - в) Al
 - г) Ca
 - д) O
4. Какой эмпирический материал послужил основой для разработки классификации Гольдшмидта?
 - а) космическая распространенность элементов
 - б) состав метеоритов
 - в) состав пород Земной коры
 - г) поведение элементов в геологических процессах
 - г) физико-химические свойства элементов
5. К какому классу в классификации Гольдшмидта относится железо?
 - а) к литофильному
 - б) к сидерофильному
 - в) к халькофильному
 - г) ко всем трем перечисленным классам

Задание № 9

1. Какие типы геологических задач эффективно решаются с помощью геохимии стабильных изотопов?
 - а) определение возраста геологических объектов
 - б) определение источника вещества
 - в) определение палеотемператур
 - г) определение палеодавлений
2. Какие из перечисленных изотопов являются стабильными:
 - а) ^{34}S
 - б) ^{18}O
 - в) ^{40}K
 - г) ^3H
 - д) ^{86}Sr
3. Какой аббревиатурой (CD, PDB, QFM, SMOW) обозначаются стандартные образцы при определении изотопного состава по следующим элементам:
Н и О

C
S

4. Для решения каких геологических задач разработана диаграмма Тейлора ($\delta^{18}\text{O} - \delta\text{D}$)

- а) определение возраста
- б) определение палеотемператур
- в) определение источника воды
- г) определение скоростей процессов

5. Как обычно зависит изотопное фракционирование стабильных изотопов от температуры? При повышении Т фракционирование:

- а) усиливается
- б) ослабевает
- в) проходит через максимум
- г) не зависит

Задание № 13

1. Какие главные свойства воды определяют ее роль в геохимических процессах?

2. Почему титан не входит в число макрокомпонентов природных вод?

- а) его мало в Земной коре
- б) у минералов Ti медленная кинетика растворения
- в) у него труднорастворимые оксиды и гидроксиды
- г) он сильно поглощается растениями
- д) он сильно захватывается глинистыми минералами

3. В чем заключается постоянство состава воды Мирового океана?

- а) в постоянстве концентраций всех компонентов
- б) в постоянстве концентраций всех компонентов, кроме биогенных
- в) в постоянстве концентраций макрокомпонентов
- г) в постоянстве отношений концентраций макрокомпонентов

4. Что такое «трансзональные реки», почему они существуют в природе?

5. Что такое «прямая вертикальная гидрохимическая зональность» подземных вод?

- а) закономерное увеличение минерализации подземных вод с глубиной в разрезе осадочной оболочки
- б) закономерное уменьшение минерализации подземных вод с глубиной в разрезе осадочной оболочки
- в) возрастная зависимость минерализации подземных вод (кайнозойские породы – пресные воды, мезозойские – соленые, палеозойские – рассолы)

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Космическая распространенность элементов. Ее закономерности.
2. Происхождение элементов. Процессы нуклеосинтеза.
3. Химический состав метеоритов. Главные фазы.
4. Оболочечное строение Земли. Гипотезы о химическом составе ядра.
5. Источники энергии геологических процессов.
6. Гипотезы о составе мантии. Дифференциация мантии.
7. Строение и состав Земной коры.
8. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта. Ее физико-химические и геохимические основы.
9. Понятие факторов миграции. Внешние факторы миграции.

10. Внутренние факторы миграции.
11. Изоморфизм, его причины, определяющие их факторы.
12. Значение изоморфизма для геохимии.
13. Радиоактивные изотопы. Типы радиоактивного распада. Главное уравнение изотопной геохронологии.
14. Стабильные изотопы. Единицы измерения, изотопные стандарты.
15. Использование стабильных изотопов в геологических исследованиях.
16. Магматическая дифференциация. Ее закономерности.
17. Классификация элементов по поведению в магматическом процессе
18. Источники вещества гидротермального процесса, методы их выявления.
19. Факторы отложения рудного вещества в гидротермальном процессе.
20. Состав и строение атмосферы Земли.
21. Происхождение компонентов атмосферы, эволюция состава атмосферы в истории Земли.
22. Строение гидросферы Земли.
23. Постоянство состава Мирового океана в пространстве и эволюция во времени.
24. Прямая гидрохимическая зональность подземных вод.
25. Геохимическая систематика осадочных образований по В.М.Гольдшмидту.
26. Геохимическое строение биосферы.
27. Взаимоотношение организма и среды. Биогеохимические провинции.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	Незачет	Зачет
Знания: современных данных по строению и составу оболочек Земли; геохимических закономерностей дифференциации элементов в магматическом, гидротермальном и осадочном процессах.	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания
Умения: использовать геохимические индикаторы (в т.ч. – изотопные) для решения вопросов геологии	Не систематическое умение, или отсутствие умений	Успешное умение использовать геохимические индикаторы.

7. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Петросян В.С., Шувалова Е.А. Химия и токсикология окружающей среды. // М., ООО «Буки Веди», 2017, 640 с.

- дополнительная литература:

Алексеев В.А. Экологическая геохимия. М., Логос, 2000, 627 с.

Мотузова Г.В., Карпова Е.А. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. // М., Издательство Московского университета, 2013, 304 с.

Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. // М., Издательский центр «Академия», 2004, 384 с.

Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. М. Введение в экологическую химию. // М., Высшая школа, 1994, 400 с.

Фрумин Г.Т. Экологическая токсикология (экотоксикология). Курс лекций. // СПб., РГГМУ, 2013, 179 с.

Treatise on Geochemistry. 2nd edition, 2013. Vol. 11. Environmental Geochemistry (B. Sherwood Lollar ed.), 605 p.

- Перечень лицензионного программного обеспечения: не требуется.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: нет
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: нет
- Описание материально-технической базы:
Лекционная аудитория с проектором и экраном.

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель: проф. д.г.-м.н. Гричук Д.В.

10. Разработчики программы: проф. д.хим.н. Петросян В.С., проф. д.г.-м.н. Гричук Д.В.