

++3Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан Геологического факультета  
академик**

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пушаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Экологическая геохимия**

Автор-составитель: Яблонская Д.А.

**Уровень высшего образования:**

***Бакалавриат***

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Экологическая геология**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 2019

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 «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2016.

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** дисциплины «Экологическая геохимия» является формирование у обучающихся системных знаний в области экологической геохимии и радиогеоэкологии для дальнейшего практического их применения при оценке состояния окружающей природной среды и прогнозе экологического риска применительно к объектам биосферы.

### **Задачи:**

- изучение теоретических основ и понятийного аппарата экологической геохимии и радиогеоэкологии;
- изучение состояния и поведения химических элементов, природных и искусственных радионуклидов в компонентах природных и природно-техногенных ландшафтов;
- изучение природных и техногенных геохимических процессов и их специфики на территориях с различной хозяйственной деятельностью;
- освоение методов эколого-геохимической и радиоэкологической оценки состояния окружающей среды;
- формирование навыков работы с литературными источниками и нормативно-правовыми материалами в области оценки состояния окружающей среды

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** - вариативная часть, профессиональный цикл, общепрофессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестры – 7,8

### **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

освоение дисциплин «Общая геология», «Общая химия», «Основы неорганической химии», «Основы коллоидной химии», «Общая геохимия», «Геохимия элементов», «Основы геоэкологии», «Экологическое почвоведение», «Аналитическая химия», «Инструментальные методы анализа вещества».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин магистерской программы «Экологическая геология», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

### **3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично).

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).

ОПК-7.Б Способность использовать отраслевые нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности (формируется частично).

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (формируется частично).

СПК-1.Б Способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации в области экологической геологии (формируется частично).

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

#### ***Знать:***

основные тенденции развития экологической геохимии и межпредметные связи; основные радионуклиды естественного и техногенного происхождения и их свойства; механизмы и закономерности формирования природных и техногенных геохимических аномалий

стабильных элементов и радионуклидов в компонентах среды; основные закономерности и виды воздействия на окружающую среду при различных типах хозяйственного использования территорий; основы и методы эколого-геохимической и радиоэкологической оценки и мониторинга состояния окружающей среды; основные принципы нормирования радиационного риска для человека и объектов окружающей среды.

**Уметь:**

правильно применять основные термины и понятия экологической геохимии и радиогеоэкологии, применять теоретические знания для системного анализа условий миграции и концентрирования стабильных элементов и радионуклидов, определять их формы нахождения и направленность миграции в различных компонентах окружающей среды; обрабатывать и систематизировать полученные данные; проводить контроль уровня негативных воздействий на соответствие нормативным требованиям; осуществлять прогноз и составлять программу мониторинговых исследований.

**Владеть:**

методами получения эколого-геохимической и радиоэкологической информации на различных территориях; методами обработки и системного анализа натуральных наблюдений и экспериментальных данных; методами расчета радиационной дозы и оценки радиационного риска применительно к человеку и объектам окружающей среды.

**4. Формат обучения** – лекционные, лабораторные и семинарские занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 5 з.е., **180** академических часов, в том числе **78** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**28** часов – занятия лекционного типа, **36** часов – занятия семинарского типа, **14** часов – лабораторные занятия), **102** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации: 7-й семестр – экзамен, 8-й семестр – экзамен.

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

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Курс предоставляет обучающемуся возможность получить знания о принципах и закономерностях распределения и миграции стабильных элементов, природных и искусственных радионуклидов в окружающей среде, а также возможностях их использования для оценки экологической ситуации и планирования природоохранной деятельности. В рамках курса рассматриваются общие теоретические основы экологической геохимии, современные методы получения и обработки эколого-геохимических данных, современные подходы к оценке и прогнозированию загрязнения окружающей среды.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),<br>Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего, часы | В том числе                                                                                      |                            |                           |    |                                                                                   |                                                                           |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                |             | Контактная работа<br>(работа во взаимодействии с преподавателем)<br>Виды контактной работы, часы |                            |                           |    | Всего                                                                             | Самостоятельная работа обучающегося,<br>часы                              |  |
|                                                                                                                                |             | Занятия лекционного типа                                                                         | Занятия лабораторного типа | Занятия семинарского типа |    |                                                                                   |                                                                           |  |
| Раздел 1. Общие принципы и научные основы экологической геохимии                                                               |             | 8                                                                                                |                            | 4                         | 12 | Текущая самостоятельная работа, 10 часов, подготовка к контрольному тесту, 4 часа |                                                                           |  |
| Раздел 2. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды                                                              |             | 4                                                                                                | 8                          | 6                         | 16 | Текущая самостоятельная работа, 8 часов, подготовка к контрольному тесту, 4 часа  | Подготовка рефератов, 15 часов                                            |  |
| Раздел 3. Техногенные геохимические процессы                                                                                   |             | 8                                                                                                | 6                          | 8                         | 24 | Текущая самостоятельная работа, 10 часов, подготовка к контрольному тесту, 4 часа |                                                                           |  |
| Промежуточная аттестация: <u>экзамен</u>                                                                                       |             |                                                                                                  |                            |                           |    | 10                                                                                |                                                                           |  |
| Раздел 4. Основные понятия о радиоактивности. Единицы измерения радиоактивности, радиационные дозы и радиационный риск         |             | 2                                                                                                |                            | 6                         | 8  | Текущая самостоятельная работа, 5 часов,                                          | Подготовка рефератов, 6 часов;<br>Подготовка к контрольному тесту, 4 часа |  |
| Раздел 5. Природный радиационный фон и техногенные аномалии естественных радионуклидов                                         |             | 2                                                                                                |                            | 4                         | 6  | Текущая самостоятельная работа, 5 часов                                           |                                                                           |  |
| Раздел 6. Искусственные радионуклиды в биосфере Земли                                                                          |             | 2                                                                                                |                            | 4                         | 6  | Текущая самостоятельная работа, 4 часа                                            |                                                                           |  |
| Раздел 7. Радиационный мониторинг окружающей среды                                                                             |             | 2                                                                                                |                            | 4                         | 6  | Текущая самостоятельная работа, 3 часа                                            |                                                                           |  |
| Промежуточная аттестация: <u>экзамен</u>                                                                                       |             |                                                                                                  |                            |                           |    | 10                                                                                |                                                                           |  |
| <b>Итого</b>                                                                                                                   | <b>180</b>  | <b>78</b>                                                                                        |                            |                           |    | <b>82</b>                                                                         |                                                                           |  |

## **Содержание разделов дисциплины:**

### *Содержание лекционных занятий*

#### 1. Общие принципы и научные основы экологической геохимии.

Содержание, предмет и методы экологической геохимии. Фундаментальные положения геохимии и биогеохимии, применимые в экогеохимии. Фундаментальные положения геохимии ландшафтов, применимые в экогеохимии. Общие закономерности миграции химических элементов в зоне гипергенеза. Геохимические барьеры. Основы теории геохимического поля. Фоновые содержания элемента и выявление геохимических аномалий. Природные и техногенные геохимические аномалии, их параметры и характеристики.

#### 2. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды

Геохимические, биологические и экотоксикологические характеристики химических элементов. Общие понятия о биофильности, биологичности, патологичности и токсичности элементов, определение токсического порога. Санитарно-гигиенические и геоэкологические характеристики. Показатели вредности, ПДК и классы опасности химических элементов. Принципы нормирования загрязняющих веществ в компонентах природной среды. Критерии оценки уровня загрязнения компонентов окружающей среды химическими элементами.

#### 3. Техногенные геохимические процессы

Специфика антропогенного преобразования природной среды в горнорудных районах. Процессы физического и химического выветривания в зоне гипергенеза. Зона окисления сульфидных месторождений. Формирование техногенных геохимических аномалий на ранних стадиях промышленного освоения горнорудных территорий. Формирование техногенных геохимических аномалий на участках проходки подземных горных выработок. Трансформации первичных форм нахождения химических элементов в техногенных образованиях, процессы формирования кислотного дренажа. Геохимические цепи воздействия горнорудных предприятий на окружающую среду. Формирование и параметры техногенных геохимических аномалий в районах действующих предприятий горнодобывающей промышленности. Техногенные геохимические процессы на урбанизированных территориях: промышленный, транспортный и коммунально-бытовой тип загрязнения. Техногенные геохимические процессы на сельскохозяйственных территориях: агрогенное, агротехногенное и техногенное геохимическое воздействие. Геохимическая структура техногенного загрязнения сельскохозяйственных территорий.

#### 4. Основные понятия о радиоактивности. Единицы измерения радиоактивности, радиационные дозы и радиационный риск.

Открытия явления радиоактивности. Основные свойства радионуклидов. Типы радионуклидов. Цепочки распада радионуклидов. Основные типы радиоактивных излучений и их свойства. Радиационно-химические превращения вещества под действием радиоактивных излучений. Физические единицы измерения радиоактивности. Дозиметрические единицы измерения радиоактивности. Изменение параметров радиоактивности среды за исторический период нашей эры. Радиационный риск и основные принципы нормирования дозовых нагрузок.

#### 5. Природный радиационный фон и техногенные аномалии естественных радионуклидов.

Основные составляющие суммарного радиационного фона земной биосферы. Космический фон. Основные дозообразующие радионуклиды земного происхождения. геохимические особенности основных природных радиоактивных элементов. Природный радиационный фон и факторы его вариации. Влияние радиоактивного равновесия в рядах распада на величину измеряемой мощности экспозиционной дозы. Проблема радона.

Природные аномалии естественных радионуклидов. Причины формирования техногенных аномалий естественных радионуклидов.

#### 6. Искусственные радионуклиды в биосфере Земли.

Ядерные реакции. Основные источники искусственных радионуклидов. Геохимические особенности основных искусственных радионуклидов. Искусственные радионуклиды в атмосфере, почвенном покрове, растительности, водной среде.

#### 7. Радиационный мониторинг окружающей среды.

Общие положения радиационного мониторинга. Методы, используемые при радиационном мониторинге. Уровни организации радиационного мониторинга.

#### *Содержание семинаров.*

На занятиях семинарского типа проводятся письменные опросы для текущего контроля усвоения дисциплины, дискуссионное обсуждение результатов выполняемых студентами лабораторных работ, проверка и разбор решений расчетных заданий, выполненных самостоятельно, обсуждение и защита рефератов,.

#### *Содержание лабораторных занятий.*

Лабораторными работами осуществляется закрепление теоретического материала при выполнении индивидуальных экспериментальных работ следующей направленности:

1. Приготовление водных вытяжек из почв, руд и пород
2. Определение значений рН в водных вытяжках из почв, пород и руд методом потенциометрии.
3. Определение электропроводности водных вытяжек из почв, пород и руд методом кондуктометрии.
4. Определение макросостава водных вытяжек методом объемного титрования.
5. Определение кислотопродуцирующего потенциала геологических материалов методом потенциометрического титрования
6. Определение нейтрализующего потенциала методом обратного титрования.

#### *Текущая самостоятельная работа студента*

Направлена на закрепление теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, специальной учебной и научной литературы и включает следующие виды работ:

- работа студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- подготовка к выполнению письменных опросов;
- изучение теоретического материала к лабораторным работам;
- выполнение домашних расчетных заданий;
- подготовка к контрольным тестам по разделам курса и экзамену.

#### **Рекомендуемые образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины применяются традиционные виды образовательных технологий: информационные лекции и семинарские занятия; информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции-визуализации, сопровождаемые демонстрацией иллюстративных и графических материалов; инновационные методы: консультирование студентов с использованием электронной почты; сдача рефератов в виде электронных презентаций.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся регулярные письменные опросы, проверка расчетных заданий и рефератов.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения письменных опросов (7-й семестр)***

1. Что является предметом исследований в экологической геохимии.
2. Что является основным методом исследований в экологической геохимии
3. Какова роль и место экологической геохимии в системе наук о Земле.
4. Что такое “кларк” и “кларк концентрации” химического элемента
5. Какие химические элементы являются главными для основных геосфер Земли
6. Что такое миграция химических элементов
7. Что относится к внешним и внутренним факторам миграции химических элементов
8. Что такое большой геологический цикл миграции химических элементов
9. Основные формы нахождения химических элементов в биосфере
10. Понятие биофильности и технофильности химических элементов
11. В чем заключается биогеохимическая функция живого вещества
12. Что имел в виду В.И. Вернадский, выделив биогенную миграцию атомов элементов 3-го рода
13. Дайте определение элементарного ландшафта
14. Дайте определение геохимического ландшафта
15. На каких принципах разработана классификация геохимических ландшафтов
16. На основе чего производится ландшафтно-геохимическое районирование территорий
17. Что относится к внутренним и внешним факторам миграции химических элементов
18. Дайте определение геохимического барьера
19. Основные типы физико-химических барьеров
20. Что такое «нормальное» и аномальное геохимическое поле
21. Что такое геохимический фон, “явные” и “слабые” геохимические аномалии
22. Каков характер распределения химических элементов в области фона
23. Какова взаимосвязь между геохимическими аномалиями в различных геосферах.
24. Дайте определение геохимической зональности
25. Зона окисления сульфидных месторождений, процессы формирования ее особенностей.
26. Формирование вторичных ореолов рассеяния, параметры вторичных ореолов, классификация вторичных ореолов
27. Что такое литохимический поток рассеяния и каковы механизмы его формирования
28. Каковы основные предпосылки и факторы формирования гидрохимических аномалий
29. Каков основной механизм формирования биогеохимических аномалий
30. Что такое коэффициент биогенного поглощения химических элементов
31. Каковы основные виды воздействий, приводящие к формированию техногенного загрязнения химическими элементами при геологоразведочных работах
32. Особенности техногенного загрязнения окружающей среды на участках проходки поверхностных горных выработок
33. Особенности техногенного загрязнения окружающей среды от отвалов разведочных штолен.
34. Подходы к оценке и прогнозу вероятности формирования кислого стока при складировании сульфидсодержащих геологических материалов на поверхности.
35. Основные формы нахождения химических элементов в техногенных образованиях разведываемых месторождений
36. Основные элементы инфраструктуры горнорудного предприятия

37. Основные виды воздействия и типы отходов горнорудных предприятий на окружающую среду
38. Цепи распространения загрязняющих веществ от горнорудного предприятия
39. Главная особенность техногенного загрязнения окружающей среды в горнорудных районах, отличающая их от других типов территорий
40. Основные формы нахождения химических элементов в выбросах, твердых отходах, и стоках обогатительных фабрик
41. Виды и основные источники загрязнения окружающей среды в промышленных районах
42. Цепи распространения загрязняющих веществ от основных источников загрязнения на урбанизированных территориях
43. Соотношения между формами нахождения химических элементов в выбросах наиболее значимых промышленных источников загрязнения
44. Состав выбросов предприятий энергетического комплекса
45. Факторы, определяющие дальность миграции и характер выпадений загрязнителей из атмосферы
46. Виды твердых отходов промышленных предприятий
47. Способы складирования, захоронения и утилизации твердых отходов промышленных предприятий
48. Механизм формирования техногенных потоков загрязнения в водных системах
49. Формы нахождения и факторы, определяющие миграцию загрязнителей в водных системах
50. Состав загрязняющих веществ, поступающий в окружающую среду от автотранспорта
51. Способы борьбы с гололедом на автомагистралях и их последствия для окружающей среды
52. Механизм формирования загрязнения в почвах на участках, прилегающих к транспортным магистралям
53. Основные особенности загрязнения окружающей среды от железнодорожного транспорта
54. Что определяет интегральный характер загрязнения окружающей среды в крупных городах
55. Основные типы геохимических воздействий на сельскохозяйственных территориях
56. Что такое агрогенное и агротехногенное геохимическое воздействие
57. К чему приводит применение минеральных удобрений на сельскохозяйственных территориях
58. Каковы особенности состава и геохимической структуры техногенного загрязнения сельскохозяйственных территорий
59. Каковы масштабы геохимической трансформации природных ландшафтов в рудных районах с длительно действующими горнодобывающими предприятиями
60. Основные последствия выбросов предприятий химической промышленности
61. Каковы общие требования к оценке состояния окружающей среды
62. Основные эколого-геохимические показатели, используемые для оценки состояния окружающей среды
63. Что такое суммарный показатель загрязнения, его эколого-геохимический смысл
64. Что такое ПДК химических элементов и для оценки загрязнения каких компонентов окружающей среды разработан этот нормативный показатель
65. Уровни загрязнения компонентов окружающей среды химическими элементами
66. По каким данным производится расчет поступления загрязняющих веществ при их выпадении из атмосферы
67. Основные формы нахождения химических элементов в атмосферных выпадениях
68. Существуют ли сезонные различия между составом и интенсивностью промышленных и транспортных выбросов на урбанизированных территориях
69. Основные способы прогнозирования загрязнения в экосистемах

70. Классы опасности химических элементов
71. Виды и масштабы эколого-геохимических съемок
72. Цели и задачи средне- и крупномасштабных эколого-геохимических съемок
73. Состав и содержание фоновых эколого-геохимических исследований на территориях планируемой хозяйственной деятельности
74. Что такое геохимический мониторинг окружающей среды
75. Основные методы анализа проб при эколого-геохимических исследованиях
76. Технология обработки результатов анализов при эколого-геохимических исследованиях.
77. Что такое современная эколого-геохимическая карта и ее основное назначение

***Примерный перечень расчетных заданий:***

1. Расчет фоновых концентраций элементов по данным литохимического опробования.
2. Оценка уровня загрязнения территории химическими элементами относительно их фоновых содержаний.
3. Оценка уровня загрязнения территории химическими элементами относительно нормативных показателей.
4. Оценка возможности формирования кислотного стока для различных типов вмещающих пород расчетным способом.
5. Расчет пылевой нагрузки и нагрузки химических элементов в рекреационной зоне г.Москвы.

***Перечень примерных тем рефератов:***

1. Геохимические барьеры в компонентах окружающей среды (по выбранному типу барьера).
2. Геоэкологические свойства элемента (для выбранного элемента).
3. Основные биогеохимические циклы элементов (для выбранного элемента).
4. Современные экологические проблемы крупнейших урбанистических систем мира.
5. Современные экологические проблемы сельскохозяйственных территорий.

***Примерный перечень вопросов для проведения письменных опросов (8-й семестр)***

1. Что такое радиоактивность?
2. Что такое радиоактивный распад?
3. На какие группы подразделяются радионуклиды?
4. На какие группы подразделяются природные радионуклиды?
5. Укажите граничный элемент, разделяющий долгоживущие и короткоживущие радионуклиды в рядах распада первичных радионуклидов.
6. Укажите граничный элемент, разделяющий радионуклиды с максимальной и минимальной энергией излучения в рядах распада первичных радионуклидов.
7. В ходе каких процессов образуются искусственные радионуклиды?
8. Что такое альфа-частица?
9. Что такое бета-частица?
10. Какое излучение представляет собой поток фотонов или квантов?
11. Какое излучение обладает минимальной проникающей способностью? Максимальной?
12. Какое излучение способно действовать на максимальном расстоянии от источника? На минимальном?
13. Напишите первичные процессы радиолиза воды и все возможные продукты этой реакции
14. Какие эффекты облучения приводят к гибели клеток с последующим нарушением функции состоящей из них ткани?
15. Повреждение генома клетки без ее гибели (мутагенез) является результатом каких эффектов облучения?

16. Напишите основную причину того, что для измерения количества радиоактивного вещества практически не используют стандартные единицы массы.
17. Укажите две группы единиц измерения радиации и принцип их разделения.
18. Напишите единицы оценки влияния радиации на неживое вещество и укажите их соотношение.
19. Напишите единицы оценки влияния радиации на живое вещество и укажите их соотношение.
20. Как называется коэффициент, используемый для расчета эквивалентной дозы? Эффективной эквивалентной дозы?
21. Есть ли отличия по механизму воздействия на вещество у природных и техногенных источников радиации?
22. Укажите три составляющие радиационного фона Земли
23. Постоянна ли величина космического фона на земной поверхности?
24. Что такое технологически изменённый естественный радиационный фон?
25. Что такое первичное космическое излучение? Вторичное космическое излучение?
26. Носителем какого из естественных радионуклидов являются Ва и Са?
27. Какими естественными радионуклидами определяется радиоактивность горных пород?
28. С чем связано увеличение концентрации урана в водах лесостепной и степной зон?
29. Для каких естественных радионуклидов характерно образование в атмосфере и перенос в виде аэрозолей?
30. Миграция какого из естественных радионуклидов происходит преимущественно в твердой фазе?
31. Укажите основные пути поступления радионуклидов в природную среду в ходе деятельности предприятий добывающей промышленности.
32. Укажите основные пути поступления радионуклидов в природную среду в ходе деятельности предприятий нефтегазовой промышленности.
33. Укажите причины повышенной радиоактивности фосфорных руд и продуктов их переработки
34. С действием какого геохимического барьера связаны аномалии урана в бурых углях?
35. В чем заключается основная опасность поступления радона в организм человека?
36. Назовите основные пути поступления и локализации в организме человека радия, радона, урана и тория.
37. Перечислите ядерные реакции образования искусственных радионуклидов, укажите какой тип реакций возникает в результате двух остальных.
38. Какой изотоп урана является топливом для реактора на «быстрых» нейтронах? На «медленных» нейтронах?
39. Кратко опишите оптимальный вариант создания ядерного реактора.
40. Какой тип ядерных реакций используется в ядерных реакторах и почему?
41. Напишите, что используется в качестве охлаждающей среды – теплоносителя для «быстрого» реактора/«медленного» реактора.
42. Радиоактивное загрязнение максимального масштаба происходит при проведении ядерных взрывов в какой среде?
43. Напишите основные пути поступления искусственных радионуклидов в почвы.
44. Каковы особенности загрязнения растительности искусственными радионуклидами?.
45. Каковы отличия поведения искусственных радионуклидов в пресноводной и морской средах?
46. В чем заключается понятие «Радиационный мониторинг окружающей среды»?
47. Перечислите методы радиационного мониторинга.
48. Перечислите организационные уровни радиационного мониторинга.

### ***Примерный перечень расчетных заданий:***

1. Расчеты величин экспозиционной и поглощенной доз для основных видов ионизирующих излучений.
2. Расчет эквивалентной (биологической) дозы ионизирующего излучения.
3. Расчет доз от точечного источника при внешнем облучении.
4. Расчет поглощенных доз при внутреннем облучении.

### ***Перечень примерных тем рефератов:***

1. Ядерные аварии: причины и последствия.
2. Обращение с ОЯТ: современные проблемы и решения
3. Вектор развития атомной энергетики в России
4. Атомная энергетика и альтернативная энергетика: плюсы и минусы.

### ***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (7-й семестр):***

1. Содержание, объект и предмет экологической геохимии, ее цели и задачи в изучении воздействия на окружающую среду.
2. Формирование техногенных потоков рассеяния в донных отложениях, методика оценки загрязнению донных отложений химическими элементами.
3. Закон В.И.Вернадского о всеобщем рассеянии химических элементов. Понятие “кларк” и “кларк концентрации” химического элемента. Миграция химических элементов и геохимические циклы.
4. Многообразие форм нахождения химических элементов. Преобладание рассеянного состояния элементов над концентрированным.
5. Классы опасности химических элементов
6. Учение Б.Б.Полынова о природных геохимических ландшафтах. Классификация ландшафтов на основе биоклиматической зональности. Внутренние и внешние факторы миграции химических элементов в геохимическом ландшафте.
7. Миграция химических элементов и геохимические барьеры.
8. Воздействие на экосистемы в рудных районах с длительно действующими горнодобывающими предприятиями.
9. Изменение баланса стока крупных рек в результате разработки россыпей в крупных россыпных районах.
10. Понятие о местном геохимическом фоне, “явных” и “слабых” геохимических аномалиях. Вероятностный характер распределения химических элементов в области фона. Критерии выделения слабых аномалий.
11. Изменение геохимических циклов элементов в результате извлечения и переработки полезных ископаемых. Технофильность элементов.
12. Эколого-геохимические съемки как метод исследований. Виды и масштабы эколого-геохимических съемок. Состав и содержание фоновых эколого-геохимических исследований. Геохимический мониторинг компонентов окружающей среды, находящихся под воздействием источников загрязнения.
13. Пространственно-упорядоченные распределения химических элементов в аномальном геохимическом поле. Параметрические и непараметрические характеристики геохимических аномалий.
14. Загрязнение почв при использовании минеральных удобрений, пестицидов, а также бытовых, промышленных и животноводческих отходов в качестве мелиорантов.
15. Взаимосвязь между геохимическими аномалиями в различных геосферах. Природные и техногенные геохимические аномалии.
16. Городские свалки твердых бытовых отходов. Выбросы в атмосферу предприятий по переработке мусора. Коммунально-бытовые стоки.
17. Месторождение полезного ископаемого как частный случай геохимической аномалии. Многокомпонентный состав руд и первичных ореолов. Зональность руд и первичных

ореолов. Модель первичного ореола гидротермального месторождения.

18. Вторичные ореолы рассеяния. Классификация вторичных ореолов. Характеристика важнейших типов вторичных ореолов. Формы нахождения химических элементов в ореолах рассеяния.
19. Выбросы в атмосферу выхлопных газов от автотранспорта. Загрязнение тяжелыми металлами от автомагистралей. Применение солевых смесей для борьбы с гололедом.
20. Геоэкологические характеристики элементов.
21. Интегральный характер загрязнения депонирующих сред под воздействием многопрофильной промышленности и транспорта в промышленно-развитых регионах.
22. Солевой ореол сульфидного месторождения. Закрепление солевого ореола. Роль климатических условий в закреплении солевых ореолов.
23. Наложённый литохимический ореол рассеяния. Диффузионный механизм формирования наложенных ореолов. Испарительная, сорбционная и биогенная аккумуляция рудных элементов у поверхности.
24. Стоки промышленных предприятий. Формы нахождения и миграция загрязнителей в водных системах. Формирование техногенных потоков загрязнения в водных системах.
25. Предельно-допустимые концентрации химических элементов в компонентах окружающей среды.
26. Литохимические потоки рассеяния. Механизм формирования потоков рассеяния. Параметры и характеристики литохимического потока рассеяния рудного месторождения.
27. Твёрдые отходы промышленных предприятий. Виды отходов, состав ассоциаций элементов-загрязнителей в твёрдых отходах различных производств.
28. Совместное присутствие в компонентах окружающей среды нескольких токсикантов и оценка загрязнения по суммарным показателям.
29. Миграция загрязнителей от промышленных источников и формы их переноса в атмосфере. Выпадение загрязнителей из атмосферы, формирование техногенных аномалий в сопряженных средах.
30. Процессы кислотного дренажа при складировании геологических материалов: химизм и подходы к оценке
31. Водная миграция химических элементов. Формы миграции химических элементов в водах. Коэффициент водной миграции. Гидрохимические ореолы и потоки рассеяния.
32. Состав и объёмы выбросов промышленных предприятий металлургической, машиностроительной и других видов тяжелой промышленности.
33. Геохимические, биологические и экотоксикологические характеристики химических элементов. Общие понятия о биофильности, биологичности, патологичности и токсичности элементов, определение токсического порога
34. Виды и основные источники загрязнения окружающей среды в промышленных районах. Цепи распространения загрязняющих веществ от источников и последствия их воздействия.
35. Техногенная миграция, формирование и параметры техногенных геохимических аномалий и формы нахождения химических элементов в компонентах окружающей среды в районах действующих предприятий горнодобывающей промышленности.
36. Стадии геологоразведочных работ. Воздействие геологоразведочных работ на окружающую среду.
37. Способы обогащения руд и неполнота извлечения из них ценных компонентов. Накопление в хвостах обогащения токсичных компонентов руд и вредных примесей. Стоки водоотливов и обогатительных фабрик.
38. Биогенная миграция химических элементов. Растения как концентраторы химических элементов. Коэффициент биогенного поглощения химических элементов.
39. Состав пылевых выбросов при открытой разработке месторождений и дроблении руд.
40. Санитарно-гигиенические и геоэкологические характеристики элементов.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (8-й семестр).**

| Результаты обучения                                                                                                                                                                                                       | «Неудовлетворительно»                         | «Удовлетворительно»                                                        | «Хорошо»                                                                                   | «Отлично»                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знания:</b><br>состава, происхождения, свойств и условий формирования аномалий химических элементов в природных средах; основных принципов методов эколого-геохимической оценки состояния компонентов окружающей среды | Знания отсутствуют                            | Фрагментарные знания                                                       | Общие, но не структурированные знания                                                      | Систематические знания                                                                                   |
| <b>Умения:</b><br>анализировать особенности сложившейся геохимической обстановки территории; определять уровень негативных воздействий                                                                                    | Умения отсутствуют                            | В целом успешное, но не систематическое умение, содержит отдельные пробелы | В целом анализ проводится успешно, но присутствуют неточности не принципиального характера | Успешное умение использовать полученные знания для системного анализа особенностей состояния территории. |
| <b>Владения:</b><br>методами обработки и системного анализа натурных наблюдений и экспериментальных данных                                                                                                                | Навыки обработки и анализа данных отсутствуют | Фрагментарное владение методами обработки и системного анализа данных      | В целом сформированные навыки обработки и системного анализа данных.                       | Уверенное владение методами обработки и системного анализа данных                                        |

***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (8-й семестр):***

1. Понятие о радиоактивности, основные свойства радионуклидов.
2. Типы радионуклидов и их генезис
3. Основные типы радиоактивных излучений и их свойства.
4. Взаимодействие радиоактивных излучений с веществом.
5. Эффект воздействия радиации на различных уровнях организации биосферы.
6. Единицы измерения радиоактивности. Соотношение единиц.
7. Единицы активности радионуклида.
8. Понятие об эквивалентной дозе ионизирующего излучения и ее производные.
9. Поглощённая и экспозиционная доза радиоактивного облучения.
10. Нормирование дозовых нагрузок на организм человека.
11. Космический радиационный фон и факторы его неоднородности на земной поверхности.
12. Геохимические особенности природных дозообразующих радионуклидов.
13. Особенности распределения природных радионуклидов в биосфере. Природные аномалии радиоактивных элементов.
14. Особенности техногенных аномалий природных радионуклидов.
15. Техногенные аномалии радионуклидов на предприятиях добывающего сегмента промышленности.
16. Техногенные аномалии радионуклидов, связанные с сельскохозяйственной деятельностью и строительной промышленностью.

17. Процессы образования искусственных радионуклидов.
18. Основные источники искусственных радионуклидов.
19. Геохимические особенности искусственных радионуклидов.
20. Искусственные радионуклиды в компонентах природной среды.
21. Возможные источники повышенной радиационной опасности в районах нефте- и газодобычи.
22. Основные радиационно-опасные факторы, возникающие в жилых домах при нарушении норм радиационного контроля за строительными материалами.
23. При использовании каких минеральных удобрений могут возникать радиационно-опасные факторы?
24. Радиационно-опасные факторы в районах проведения подземных ядерных взрывов.
25. Основные радиационно-опасные факторы в зонах проведения испытаний ядерного оружия.
26. Основные радиационно-опасные факторы при разработке урансодержащих руд.
27. Основные радиационно-опасные факторы в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла.
28. Основные радиационно-опасные факторы, которые могут существовать в районах размещения "могильников" радиоактивных материалов.
29. Радиационный мониторинг окружающей среды, методы и уровни организации.
30. Национальный и детальный радиационный мониторинг.
31. Региональный и локальный радиационный мониторинг.

#### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (8-й семестр).

| Результаты обучения                                                                                                                                                                                           | «Неудовлетворительно»                                       | «Удовлетворительно»                                                        | «Хорошо»                                                                                   | «Отлично»                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знания:</b><br>состава, происхождения, свойств и условий формирования аномалий природных и искусственных радионуклидов в природных средах; основные принципы нормирования радиационного риска для биосферы | Знания отсутствуют                                          | Фрагментарные знания                                                       | Общие, но не структурированные знания                                                      | Систематические знания                                                                                                    |
| <b>Умения:</b><br>анализировать особенности сложившейся радиологической обстановки территории и определять степень соответствия требованиям безопасности                                                      | Умения отсутствуют                                          | В целом успешное, но не систематическое умение, содержит отдельные пробелы | В целом анализ проводится успешно, но присутствуют неточности не принципиального характера | Успешное умение использовать полученные знания для анализа особенностей радиологического состояния территории.            |
| <b>Владения:</b><br>методами расчета радиационной дозы и оценки радиационного риска применительно к человеку и объектам окружающей среды                                                                      | Навыки владения методами расчета и оценки риска отсутствуют | Фрагментарное владение методами расчета и оценки риска                     | В целом сформированные навыки расчетов и оценки риска.                                     | Уверенное владение методами расчета радиационной дозы и оценки риска применительно к человеку и объектам окружающей среды |

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы

#### - основная литература:

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
2. Геохимия окружающей среды. Авт: Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. –М., Недра, 1990.- 335 с.
3. Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. - 290 с.
4. Бекман И.Н. Радиоактивность и радиация. Лекции.-М.:Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Химический факультет, кафедра радиохимии. 2006.- 581 с.
5. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия: учебник для бакалавриата и магистратуры : . — Москва: Юрайт, 2016.
6. Титаева Н.А. Геохимия природных радиоактивных рядов распада. М.: ГЕОС, 2005.– 328 с.

#### - дополнительная литература:

7. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии: Учебное пособие /Мар. гос. ун-т – Йошкар-Ола, 2007. – 268 с.
8. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям, 2 изд. - М., Колос, 1984
9. Баранов В.И., Титаева Н.А. Радиогеология. М.: Издательство Московского университета, 1973. — 124 с.
10. Бекман И.Н. Радиохимия. Учебное пособие в 7 томах. — М.: Издатель Мархотин П.Ю., 2014. — 400 с. — ISBN 978-5-00038-093-2.
11. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., Наука, 1987. – 340 с.
12. Вредные химические вещества; Радиоактивные вещества : Справочник / В. А. Баженов, Л. А. Булдаков, И. Я. Василенко и др.; Под ред. Л. А. Ильина, В. А. Филова. — Ленинград: Химия, 1990. — 464 с.
13. Гавриленко В.В., Сорокина Н.А. Геохимические циклы токсичных элементов. Л., ЛГУ, 1988. – 84 с.
14. Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И. Перельмана). Доклады Всероссийской научной конференции. Москва, 18-20 октября 2016 г., М.: Географический факультет МГУ, 2016. – 32 Мб
15. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза. Касимов Н. С., Борисенко Е. Н., Солнцева Н. П., Алексеенко В. А., Емельянов Е. М., Воробьев А. Е., Борисов М. В., Савенко А. В., Добровольский В. В., Сергеев В. И., Величкин В. И. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002.
16. Геохимические барьеры. Алексеенко В. А., Алексеенко Л. П. М.: Логос, 2003.
17. Глазовская М. А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализу способности природных систем к самоочищению //Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. - М., МГУ, 1981, с. 7-41
18. Гуляева Н.Г. Методические рекомендации по эколого-геохимической оценке территорий при проведении МГХК масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000. М., ИМГРЭ, 2002
19. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник. М.: Академия, 2003. 400 с.
20. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник. В 6-ти кн. Под ред. Э.К.Буренкова. М, Недра, 1994-1997Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М, Мир, 1989. - 439 с.
21. Константинов А. Занимательная радиация. – СПб.: ООО «СУПЕР Издательство», 2017. – 270 с.
22. Максименко Ю.Л., Горкина И.Д. Оценка воздействия на окружающую среду. Пособие для практиков. - М, РЭФИА., 1996. - 103 с.
23. Мархоцкий Я.Л. Основы радиационной безопасности населения: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 224 с.

24. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами.- М.: Изд ИМГРЭ, 1982. – 112 с.
25. Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды.- М.: Изд ИМГРЭ, 1982. – 66 с.
26. Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Изучение загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах.- Л.: Недра, 1988. – 279 с.
27. Нормативные данные по предельно допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей Среды. Справочный материал. С.-П., Научно-технический центр “АМЕКОС”, 1994. - 233 с.
28. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СанПиН 2.6.1.2523-09. МИНЗДРАВ РОССИИ, 1999
29. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010): Санитарные правила и нормативы.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.— 83 с. ISBN 978— 5— 7508— 0939— 4
30. Оценка воздействия геологоразведочных работ на окружающую среду (на примере Камчатки): Метод. рук-во. Яблонская Д.А., Николаев Ю.Н., Шестакова Т.В., Аплеталин А.В., Охупкина Е.Ю. – М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010, 152 с.
31. Перельман А.И. Геохимия. Учебн. для геол. спец. вузов - 2-е изд. - М, Высшая школа, 1989. - 528 с.
32. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М., Астрейя-2000, 1999. – 768 с.
33. Позин М. Е. Технология минеральных удобрений, 6 изд. - Л., Химия, 1989
34. Прикладная геохимия. Выпуск 2. Экологическая геохимия. / Гл. ред. Э.К. Буренков. Сб. статей.–М., ИМГРЭ, 2001
35. Радиационная безопасность. Электронный лабораторный практикум для студентов всех специальностей / Г. А. Чернушевич, В. В. Перетрухин. –Минск : БГТУ, 2015. – 158 с.
36. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии. – Томск, изд-во СТТ, 2009. – 430 с.
37. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. Уч. пособие для хим. и хим.-техн. спец. вузов.- М.: Вышш.шк., 1994. – 400 с.
38. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. Москва, Издательство Академии Наук СССР, 1951, 334 стр.
39. Соловов А.П. Геохимические методы поисков рудных месторождений. –М., Недра, 1985. – 294 с.
40. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. - М.: МГУ, 2000. – 336 с.
41. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Алексеенко В. А., Алексеенко А. В. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2013.
42. Химические элементы в городских почвах. Алексеенко В. А., Алексеенко А. В. М.: Логос, 2014.
43. Янин Е.П. Введение в экологическую геохимию.–М.: ИМГРЭ, 1999. – 68 с.
44. Федеральный закон РФ "Об использовании атомной энергии", 1995 г.
45. Федеральный закон РФ "Об охране окружающей среды", 2001 г.
46. Федеральный закон РФ "О радиационной безопасности населения", 1996 г.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Системное программное обеспечение Windows 10;
2. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 2010

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем  
Не требуется

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Научная библиотека МГУ им.М.В.Ломоносова <http://nbmgu.ru/>
2. Научная электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>

3. Научная электронная библиотека <https://cyberleninka.ru/>
4. Базы нормативных документов (например, Некоммерческие интернет-версии системы Консультант-Плюс <http://www.consultant.ru/online/>)
5. <http://www.gardguide.com> – международный интернет-портал, посвященный прогнозу процессов кислотообразования при складировании сульфидсодержащих геологических материалов
6. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/index.html> - Web-версия учебного пособия О.И.Василенко, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Ж.М. Селиверстова, А.В. Шумаков "РАДИАЦИЯ", М., Изд-во Московского университета. 1996.
7. <http://portal.tpu.ru/science/konf/radioactivity/Trudy1/trudy5> - материалы V международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека», Томск
8. <http://www.atomic-energy.ru/> - Российское Атомное общество
9. <http://rad-stop.ru/> - проект «Радиация – все о радиации и мерах безопасности»
10. <https://myatom.ru/> - проект ИЦАЭ - Информационные центры по атомной энергии
11. [http://www.kgau.ru/distance/ebtf\\_01/mahlaev/geohimiya-bad/index.html](http://www.kgau.ru/distance/ebtf_01/mahlaev/geohimiya-bad/index.html) - Геохимия биосферы. Электронный учебно-методический комплекс
12. <http://www.newchemistry.ru> - Аналитический портал химической промышленности

Д) Материально-техническое обеспечение:

Лаборатория с подведенной водой и вытяжным шкафом.

Лабораторное оборудование: лабораторный шейкер, весы, сушильный шкаф, иономер с комплектом электродов (измерительного и электрода сравнения), портативные рН-тестер и кондуктометр, химическая посуда, бюретки для титрования, реактивы, коллекции образцов сульфидных руд и пород, специфически загрязненных почв, городских почв.

Для самостоятельной работы студентов организован индивидуальный доступ к персональным компьютерам с выходом в Интернет.

9. Язык преподавания – русский.
10. Преподаватель – Яблонская Д.А.
11. Автор программы – Яблонская Д.А.