

Федеральное 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

Геохимия радионуклидов

Автор-составитель: Яблонская Д.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геохимия

Магистерская программа

Геохимия

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 – 2019.

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 "Геохимия радионуклидов" является ознакомление студентов с основными научными представлениями в области изучения геохимии радионуклидов (естественных и искусственных) с акцентированием внимания на особенностях поведения основных радионуклидов в компонентах природной среды и биосфере.

Задачи – изучить основные представления и понятия о радиоактивности и радиоактивных элементах; рассмотреть условия возникновения природных и техногенных аномалий естественных радионуклидов; определить основные проблемы, связанные с появлением искусственных радионуклидов; сформировать у студентов прочные знания и умение применять их в дальнейшей практической работе, направленной на изучение радиационной обстановки в окружающей среде.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, обязательные дисциплины, курс – I, семестр – 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Освоение дисциплин бакалаврской программы «Геохимия».

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

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

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично).

СПК-2.М Способность интерпретировать данные по геохимии изотопов и использовать методы геохронологии для решения геологических задач.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: основные радионуклиды естественного и техногенного происхождения и их свойства; характеристику радиационного фона земного и космического происхождения, условия формирования аномалий природных и искусственных радионуклидов в природных средах; основные принципы нормирования радиационного риска для человека и объектов окружающей среды, основные принципы проведения радиационного мониторинга окружающей среды..

Уметь: применять теоретические знания для системного анализа условий миграции и концентрирования радиоактивных элементов и характеристики особенностей радиологического состояния территории; определять степень соответствия требованиям безопасности сложившейся радиологической обстановки.

Владеть: методами расчета радиационной дозы и оценки радиационного риска применительно к человеку и объектам окружающей среды.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., 144 академических часа, в том числе 39 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 26 часов – занятия семинарского типа), 105 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе рассматриваются темы, освещающие основные понятия радиогеологии и геохимии радионуклидов:

- ☒ основные типы радионуклидов (естественные и искусственные) и их свойства;
- ☒ радиоактивное излучение, единицы измерения радиоактивности, радиационная доза, радиационный риск;
- ☒ радиационный фон земного и космического происхождения;
- ☒ характеристика возможных природных и техногенных аномалий естественных радионуклидов, появление и распространение в биосфере искусственных радионуклидов.

В завершение курса рассматриваются общие положения радиационного мониторинга, его методы и уровни организации.

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) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего		
Раздел 1. Основные понятия о радиоактивности		3	6	9	Самостоятельное изучение темы, подготовка к письменному опросу, 4 часа; выполнение домашних расчетных заданий, 5 часов	Реферат, 30 часов
Раздел 2. Единицы измерения радиоактивности, радиационные дозы и радиационный риск		2	2	4	Самостоятельное изучение темы, подготовка к письменному опросу, 2 часа; выполнение домашних расчетных заданий, 9 часов	
Раздел 3. Природный радиационный фон и техногенные аномалии естественных радионуклидов		4	8	12	Самостоятельное изучение темы, подготовка к письменному опросу, 6 часов; выполнение домашних расчетных заданий, 9 часов	
Раздел 4. Искусственные радионуклиды в биосфере Земли		2	5	7	Самостоятельное изучение темы, подготовка к письменному опросу, 4 часа; выполнение домашних расчетных заданий, 9 часов	Подготовка к контрольному тесту, 13 часов
Раздел 5. Радиационный мониторинг окружающей среды		2	5	7	Самостоятельное изучение темы, подготовка к письменному опросу, 4 часа	
Промежуточная аттестация: <i>экзамен</i>					10	
Итого	144		39		105	

Содержание разделов дисциплины:

1. Основные понятия о радиоактивности.

Открытия явления радиоактивности. Радиоактивность как переход от неустойчивого состояния ядра атома в устойчивое. Радиоактивное равновесие. Основные свойства радионуклидов. Типы радионуклидов. Цепочки распада радионуклидов. Основные типы радиоактивных излучений и их свойства. Радиационно-химические превращения вещества под действием радиоактивных излучений.

2. Единицы измерения радиоактивности, радиационные дозы и радиационный риск.

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.

3. 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.

4. 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.

5. 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 выполняемых студентами рефератов, проверка и разбор решений расчетных заданий, выполненных самостоятельно.

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

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.
14. Перечислите все возможные продукты радиолиза воды.
15. Какие эффекты облучения приводят к гибели клеток с последующим нарушением функции состоящей из них ткани?
16. Повреждение генома клетки без ее гибели (мутагенез) является результатом каких эффектов облучения?
17. Напишите основную причину того, что для измерения количества радиоактивного вещества практически не используют стандартные единицы массы.
18. Укажите две группы единиц измерения радиации и принцип их разделения.
19. Исторически первой общепринятой единицей радиоактивности была - ?
20. Напишите единицы оценки влияния радиации на неживое вещество и укажите их соотношение.
21. Напишите единицы оценки влияния радиации на живое вещество и укажите их соотношение.
22. Как называется коэффициент, используемый для расчета эквивалентной дозы? Эффективной эквивалентной дозы?
23. Есть ли отличия по механизму воздействия на вещество у природных и техногенных источников радиации?
24. Укажите три составляющие радиационного фона Земли
25. Постоянна ли величина космического фона на земной поверхности?
26. Что такое технологически изменённый естественный радиационный фон?
27. Что такое первичное космическое излучение? Вторичное космическое излучение?
28. Носителем какого из естественных радионуклидов являются Ва и Са?
29. Какими естественными радионуклидами определяется радиоактивность горных пород?
30. С чем связано увеличение концентрации урана в водах лесостепной и степной зон?
31. Для каких естественных радионуклидов характерно образование в атмосфере и перенос в виде аэрозолей?
32. Миграция какого из естественных радионуклидов происходит преимущественно в твердой фазе?
33. Укажите основные пути поступления радионуклидов в природную среду в ходе деятельности предприятий добывающей промышленности.
34. Укажите основные пути поступления радионуклидов в природную среду в ходе деятельности предприятий нефтегазовой промышленности.
35. Укажите причины повышенной радиоактивности фосфорных руд и продуктов их переработки
36. С действием какого геохимического барьера связаны аномалии урана в бурых углях?
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. Расчет количества (активности) любого изотопа для любого момента времени t .
2. Расчеты величин экспозиционной и поглощенной доз для основных видов ионизирующих излучений.
3. Расчет эквивалентной (биологической) дозы ионизирующего излучения.
4. Расчет доз от точечного источника при внешнем облучении.
5. Расчет поглощенных доз при внутреннем облучении.

Перечень примерных тем рефератов:

1. Месторождения урана в России.
2. Ядерный реактор.
3. Атомная электроэнергетика России.
4. Ядерные аварии: причины и последствия.
5. Физические свойства радионуклидов.
6. Первичные радионуклиды. Геохимия урана и тория.
7. Изотопно-геохимические методы датирования, использующие первичные радионуклиды и их стабильные продукты распада (радиогенные изотопы)
8. Радионуклиды природных рядов распада. Неравновесный изотопный метод.
9. Космогенные радионуклиды - продукты природных ядерных реакций

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена, экзаменационные билеты содержат три вопроса, два из которых относятся к общим теоретическим понятиям разделов дисциплины и один – является расчетной задачей из числа самостоятельно выполненных и рассмотренных на семинарах расчетных заданий.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Понятие о радиоактивности.
2. Дать определение терминам «нуклид», «радионуклид» и «изотоп», перечислить основные свойства радионуклидов.
3. Основные типы радионуклидов и их генезис
4. Основные типы радиоактивных излучений и их свойства.
5. Взаимодействие радиоактивных излучений с веществом.
6. Эффект воздействия радиации на различных уровнях организации биосферы.
7. Единицы измерения радиоактивности. Соотношение единиц.
8. Единицы активности радионуклида.
9. Удельная, объемная и площадная активности радионуклидов.

10. Понятие об эквивалентной дозе ионизирующего излучения и ее производные.
11. Поглощённая и экспозиционная доза радиоактивного облучения.
12. Нормирование дозовых нагрузок на организм человека.
13. Космический радиационный фон и факторы его неоднородности на земной поверхности.
14. Геохимические особенности природных дозообразующих радионуклидов.
15. Особенности распределения природных радионуклидов в биосфере. Природные аномалии радиоактивных элементов.
16. Особенности техногенных аномалий природных радионуклидов.
17. Техногенные аномалии радионуклидов на предприятиях добывающего сегмента промышленности.
18. Техногенные аномалии радионуклидов, связанные с сельскохозяйственной деятельностью и строительной промышленностью.
19. Процессы образования искусственных радионуклидов.
20. Основные источники искусственных радионуклидов.
21. Геохимические особенности искусственных радионуклидов.
22. Искусственные радионуклиды в компонентах природной среды.
23. Возможные источники повышенной радиационной опасности в районах нефте- и газодобычи.
24. Основные радиационно-опасные факторы, возникающие в жилых домах при нарушении норм радиационного контроля за строительными материалами.
25. При использовании каких минеральных удобрений могут возникать радиационно-опасные факторы?
26. Радиационно-опасные факторы в районах проведения подземных ядерных взрывов.
27. Основные радиационно-опасные факторы в зонах проведения испытаний ядерного оружия.
28. Основные радиационно-опасные факторы при разработке урансодержащих руд.
29. Основные радиационно-опасные факторы в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла.
30. Основные радиационно-опасные факторы, которые могут существовать в районах размещения "могильников" радиоактивных материалов.
31. Радиационный мониторинг окружающей среды, методы и уровни организации.
32. Национальный и детальный радиационный мониторинг.
33. Региональный и локальный радиационный мониторинг.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: состава, происхождения, свойств и условий формирования аномалий природных и искусственных радионуклидов в природных средах; основные принципов нормирования радиационного риска для биосферы	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения:	Умения	В целом	В целом анализ	Успешное умение

анализировать особенности сложившейся радиологической обстановки территории и определять степень соответствия требованиям безопасности	отсутствуют	успешное, но не систематическое умение, содержит отдельные пробелы	проводится успешно, но присутствуют неточности принципиального характера	использовать полученные знания для системного анализа особенностей радиологического состояния территории.
Владения: 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. Бекман И.Н. Радиоактивность и радиация. Лекции.-М.:Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Химический факультет, Кафедра радиохимии. 2006.- 581 с.
2. Бекман И.Н. Радиохимия. Учебное пособие в 7 томах. — М.: Издатель Мархотин П.Ю., 2014. — 400 с. — ISBN 978-5-00038-093-2.
3. Титаева Н.А. Геохимия природных радиоактивных рядов распада. М.: ГЕОС, 2005.— 328 с.
4. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. - М.: МГУ, 2000. – 336 с.

- дополнительная литература:

1. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии: Учебное пособие /Мар. гос. ун-т – Йошкар-Ола, 2007. – 268 с.
2. Баранов В.И., Титаева Н.А. Радиогеология. М.: Издательство Московского университета, 1973. — 124 с.
3. 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.
4. Константинов А. Занимательная радиация. – СПб.: ООО «СУПЕР Издательство», 2017. – 270 с.
5. Мархоцкий Я.Л. Основы радиационной безопасности населения: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 224 с.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СанПиН 2.6.1.2523-09. МИНЗДРАВ РОССИИ, 1999
7. 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

8. Радиационная безопасность. Электронный лабораторный практикум для студентов всех специальностей / Г. А. Чер-нушевич, В. В. Перетрухин. – Минск : БГТУ, 2015. – 158 с.
9. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии. – Томск, изд-во СТТ, 2009. – 430 с.
10. Федеральный закон РФ "О радиационной безопасности населения", 1996г.
11. Федеральный закон РФ "Об использовании атомной энергии", 1995г.

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://nbgmu.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://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.
6. <http://portal.tpu.ru/science/konf/radioactivity/Trudy1/trudy5> - материалы V международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека», Томск
7. <http://www.atomic-energy.ru/> - Российское Атомное общество
8. <http://rad-stop.ru/> - проект «Радиация – все о радиации и мерах безопасности»
9. <https://myatom.ru/> - проект ИЦАЭ - Информационные центры по атомной энергии

Д) Материально-техническое обеспечение:

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.