

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и
аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук
(ГЕОХИ РАН)

ПРИНЯТО

Ученым советом ГЕОХИ РАН

Протокол № 8 от 22 октября 2014 г.



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ГЕОХИ РАН

д.х.н. Колотов В.П.

22 октября 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Миграция радионуклидов в природных и техногенных средах»

Направления подготовки: 04.06.01 - Химические науки

(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленности (профили) подготовки: 02.00.14 «Радиохимия»

(наименование направленности подготовки)

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Вид итогового контроля: Зачет

(Зачет/Дифференцированный зачет/Экзамен)

Москва 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень кадров высшей квалификации). Приказ Минобрнауки РФ №869 от 30 июля 2014г. (зарегистрирован в Минюсте России 20 августа 2014г., регистрационный № 33718).

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – дать аспирантам, обучающимся по профилю (направленности) «Радиохимия» углубленное представление о диффузии радионуклидов и меченых ими соединений в твёрдых телах, конструкционных и функциональных материалах, в различных компонентах окружающей среды и в организме человека.

Задача дисциплины – расширение и углубление знаний и навыков, определяемых содержанием базовой дисциплины «Радиохимия», и необходимых в дальнейшем для квалифицированной постановки и решения радиохимических задач, а также для последующего изучения других радиохимических спецкурсов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Миграция радионуклидов в природных и техногенных средах» входит в вариативную часть ООП и относится к дисциплинам по выбору обучающихся, которые направлены на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Должна быть освоена дисциплина «Проблемы современной радиохимии»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач. Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей	Знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности Уметь: выбирать и применять в

	профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.
ОПК-2	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	Знать: основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций/ Уметь: планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива.
ПК-3	способность и готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов в области радиохимии.	Знать: способность и готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов в области радиохимии. Владеть: методами планирования, подготовки, проведения научно-исследовательской работы по направленности (02.00.14 Радиохимия)

4. Структура и содержание дисциплины

Приведенная ниже таблица отражает распределение учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)							Вид итогового контроля
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных				Сам. работа	
				Лекц.	Сем..	Прак.	КСР.		
1	Миграция радионуклидов в природных и техногенных средах	108	18	18	-	-	-	90	Зачет

Содержание разделов дисциплины:

Содержание раздела (темы)	Количество часов
<i>Лекции</i>	
Раздел 1. Диффузионные явления 1. Основные законы диффузии. Диффузия, миграция и массоперенос. Способы описания диффузионных процессов. Дифференциальные	4

<p>уравнения диффузии. Краевые задачи диффузии.</p> <p>2. Методы решения диффузионных уравнений: преобразование Фурье, интегральные преобразования, операционное исчисление, функции Грина</p> <p>3. Экспериментальные методы диффузии: метод проницаемости, сорбционно-десорбционный метод, термодесорбционная спектроскопия, эманационный метод</p> <p>4. Диффузия при наличии источников и стоков: диффузия в поле сил (адвекция), диффузия при термических, химических, механических и радиационных воздействиях на материал, диффузия при фазовых переходах и твёрдофазных реакциях.</p> <p>5. Аномальная диффузия: суб- и супердиффузия.</p> <p>6. Диффузия в гетерогенных средах: проницаемость слоистых сред, диффузия по границам зёрен и дислокациям, диффузия в среде, содержащей отдельные включения, диффузия в дисперсионных средах. Проницаемость сред перколяционного типа и би-пористых сорбентах.</p> <p>7. Диффузия в адсорбционно- и химически активных средах. Модель двойной сорбции. Диффузия в дефектных средах. Диссоциативная диффузия.</p> <p>8. Диффузия с движущимися границами. Задача Стефана. Диффузия и релаксационные процессы.</p>	
<p>Раздел 2. Диффузия в техногенных средах</p> <p>9. Селективная диффузия. Металлические мембраны в извлечении трития на установках термоядерного синтеза. Ассиметричные полимерные мембраны в разделении газообразных продуктов деления урана или плутония.</p> <p>10. Проницаемость движущихся мембран. Мембранный пермабсорбер, мембранный вентиль и мембранный реактор.</p> <p>11. Обратные задачи диффузии. Диффузионное материаловедение и диффузионно-структурный анализ. Микротомография на радиоактивных подвижных зондах.</p> <p>12. Спилловер трития.</p> <p>13. Методы обработки и интерпретации результатов диффузионных экспериментов.</p>	2
<p>Раздел 3. Диффузия в природных средах.</p> <p>15. Миграция радиоактивных веществ в природных средах, в том числе - во фрактальных средах. Учёт адвекции, размерного спектра коллоидных частиц и аэрозолей, эффектов отдачи, сложных процессов накопления и отдачи в рядах генетически связанных радионуклидов.</p> <p>16. Диффузия, субдиффузия и супердиффузия (полеты Леви) в природных средах.</p> <p>17. Состояние и миграция природных радионуклидов. Ореолы рассеяния вокруг месторождений урана и тория, геотермальных источников. Радон и продукты его распада.</p> <p>18. Техногенные радионуклиды. Распространение радиоактивных веществ вокруг действующих предприятий</p> <p>19. Крупнейшие аварии на предприятиях ядерного топливного цикла. Источники радионуклидов, распространение радиоактивных веществ в окружающей среде в ходе аварии и после неё, трансформация химического состояния радионуклида в ходе миграции.</p> <p>20. Захоронений радиоактивных отходов. Расчёт многокомпонентных защитных барьеров. Открытые и закрытые источники радионуклидов. Эволюция в пространстве и времени ореолов рассеяния радиоактивных</p>	12

веществ вокруг захоронения радионуклидов и мест хранения отработанных ТВЭЛов.

21. Транспорт радионуклидов в системе почва-растение, по живому организму и по пищевым цепочкам.
22. Воздействие мигрирующих радиоактивных веществ на замкнутую экосистему и на систему жертва-хищник. Автоволновые колебания в экосистеме и влияние на них транспорта радиоактивных веществ.
23. Транспорт радионуклидов (например, входящих в состав радиофармпрепарата) по организму человека.
24. Миграция радионуклидов, как компонент управления радиационным и радионуклидным рисками.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. Основные виды самостоятельной работы: в читальном зале библиотеки, в домашних условиях с доступом к ресурсам Интернет.

Основной контроль знаний осуществляется в процессе участия в практических занятиях (обсуждения, ответов на вопросы, выполнение расчетных заданий).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Crank J. Mathematics of diffusion. Oxford University Press. 1956.
2. И. Н. Бекман. Радиохимия. Том 1. Радиоактивность и радиация. Учебное пособие. Издательство ОНТОПРИНТ, 2011 - 398 с.
3. И.Н.Бекман .Радиохимия. Том 2. Радиоактивные элементы. Учебное пособие. Издательство ОНТОПРИНТ, 2014 - 400 с.
4. И.Н.Бекман. Радиохимия. Том 4. Ядерная индустрия и промышленная радиохимия. Учебное пособие. Издательство ОНТОПРИНТ, 2013 - 400 с.
5. И.Н.Бекман. Радиохимия. Том 6. Экологическая радиохимия и радиоэкология. Учебное пособие. Издательство ОНТОПРИНТ, 2014 - 400 с.
6. И.Н.Бекман. Радиохимия. Том 7. Радиационная и ядерная медицина. Физические и химические аспекты. Учебное пособие. Издательство ОНТОПРИНТ, 2012 - 400 с.
7. Взаимодействие водорода с металлами/Агеев В.Н., Бекман И.Н., Бурмистрова О.П. и др. М.: Наука, 1987.

Дополнительная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: ФМ, 1963.
2. Радужкевич П.В. Курс статистической физики. М.: "Наука", 1966
3. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Бином, 2006, 268 с.
4. I.N.Beckman Unusual membrane processes: non-steady state regims, nonhomogeneous and moving membranes//In: Polymeric gas separation membranes (Eds. D.R.Paul, Y.P. Yampol'ski), CRC Press, Boca Raton-London-Tokyo, 1994.
5. I.N.Beckman, M.G.Shalygin, V.V.Tepliakov. Particularities of membrane gas separation under unsteady state conditions// In: Mass transfer in chemical engineering processes/Book 1, 2011, P 205 – 232

Интернет-ресурсы

1. <http://profbeckman.narod.ru/>
2. <http://beckuniver.ucoz.ru/>

7. Образовательные технологии

Кроме очных лекций проводятся практические занятия на базе аналитических лабораторий ГЕОХИ, используется самостоятельная работа и выполнение расчетных заданий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

- Персональный компьютер (или ноутбук) с необходимым программным обеспечением для работы устройства, а также для демонстрации презентаций MS PowerPoint.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Радиохимическая лаборатория ГЕОХИ РАН имеет лицензию на право работ с радиоактивными веществами по второму классу. Лаборатория оснащена необходимыми приборами и оборудованием:

- приборы: гамма-спектрометр (Canberra) и полупроводниковый (HPGe) детектор, альфа-спектрометр (Canberra) с системой полупроводниковых PIPS детекторов.
- лабораторное оборудование: центрифуги разного типа, микроволновые системы разложения проб, дистилляторы, весы технические, весы аналитические, лабораторная посуда, химические реактивы, растворы радионуклидов.

8.2. Лекционная аудитория, оборудованная проекционным оборудованием и доступом в сеть «Интернет».

9. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

9.1. Форма контроля знаний:

9.1.1. Текущий контроль знаний в течение всего курса осуществляется с помощью контрольных вопросов.

9.1.2. Зачет по дисциплине в конце курса обучения, который проходит в виде собеседования по реферату, подготовленному аспирантом по предложенной преподавателем теме заранее.

9.2. Оценочные средства (в виде устных вопросов, тем реферата).

9.2. 1. Перечень примерных вопросов для текущего контроля знаний:

Расскажите в чем сходство и различие в процессах диффузии, миграции, массопереноса, а также транспортных процессов.

Расскажите об основных подходах к теоретическому описанию диффузионных процессов.

Расскажите об экспериментальных методах исследования диффузии и миграции радиоактивных веществ.

Опишите механизмы диффузии в газах, жидкостях и твёрдых телах.

9.2.5.3. Домашние задания

1. Самостоятельно предложить задачи и провести расчёт кинетики диффузии в слоистых и дисперсионных средах.

2. Самостоятельно предложить задачи и провести моделирование проницаемости трития через палладиевую мембрану.

9.2.5.3. Список примерных тем для рефератов

1. Диффузия радионуклидов в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов.

2. Миграция радионуклидов из захоронений отходов предприятий ядерной индустрии.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ листа изменений или наименование элемента приложения	№ протокола Ученого Совета (секции Уч. Совета)	Дата заседания Ученого Совета (секции Уч. Совета)	Всего листов в документе	Подпись зам. директора по научной работе
	Рабочая программа обсуждена и принята на заседании Ученого совета ГЕОХИ РАН, протокол № 8	22 октября 2014 года	8	
--	Обновленный текст программы принят на заседании Ученого совета РАН, Протокол №11(8)	28 декабря 2016 года	8	