

Программа утверждена на заседании
Ученого Совета химического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **Миграция радионуклидов в природных и техногенных средах**
- 2.

Цель данного спецкурса – 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 по организму человека.

2. Уровень высшего образования– подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре
3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки, направленность (Профиль) Радиохимия.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины».
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в	<i>З1 (УК-2)</i> Знать методы научно-исследовательской деятельности

области истории и философии науки	
<i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
<i>ПК-12</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.14 Радиохимия	<i>З2 (ПК-12)</i> Знать современное состояние науки в области радиохимии, радиобиологии и практического использования радионуклидов и меченых соединений, в том числе, в процессах миграции
	<i>У2 (ПК-12)</i> Уметь анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал в области современной радиохимии

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 60 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 6 часов групповые консультации, 6 часов индивидуальные консультации, 6 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 6 - мероприятия промежуточной аттестации), 48 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

В специалитете или магистратуре должны быть освоены дисциплины «Применение радиоактивных индикаторов» и «Ионизирующее излучение: взаимодействие с веществом, радиометрия и спектроскопия»

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

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), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Диффузионные явления	20	4	2	2	2	2	12	6	2	8
Диффузия в техногенных средах	16	2	2	2	2	2	10	4	2	6
Диффузия в природных средах	50	12	14	2	2	2	32	16	2	18
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	22						6			16
Итого	108	18	18	6	6	6	60			48

8. Образовательные технологии

Используются следующие технологии: проблемно-ориентированные лекции, лекции-демонстрации, интерактивные лекции. Лекции читаются ведущими учеными Московского университета и приглашенными профессорами – российскими и зарубежными учеными с мировым именем, специализирующимися в области современной радиохимии

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы. Аспиранты также снабжаются инструкциями по практической работе.

10. Ресурсное обеспечение:

11. Ресурсное обеспечение:

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. Радушкевич 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

Периодическая литература

Журналы «Радиохимия», "Физическая химия", "Solid State Chemistry"

Интернет-ресурсы

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

Лекционные занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

Бекман Игорь Николаевич д.х.н., профессор igor.bekman@mail.ru

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала

Образцы оценочных средств, в том числе в виде:

- контрольных вопросов;
 1. Расскажите в чем сходство и различие в процессах диффузии, миграции, массопереноса, а также транспортных процессов.
 2. Расскажите об основных подходах к теоретическому описанию диффузионных процессов с учётом процессов отдачи и эффектов химии горячих атомов.
 3. Расскажите об экспериментальных методах исследования диффузии и миграции радиоактивных веществ.
 4. Опишите механизмы диффузии в газах, жидкостях и твёрдых телах.
- домашних заданий;
 1. Самостоятельно предложите задачи и проведите расчёт кинетики диффузии короткоживущих радионуклидов в слоистых и дисперсионных средах.

2. Самостоятельно предложите задачи и проведите моделирование проницаемости трития через палладиевую мембрану.

• тем для рефератов;

1. Диффузия радионуклидов в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов.
2. Миграция радионуклидов из захоронений отходов предприятий ядерной индустрии.
3. Миграция радиофармпрепаратов диагностического и терапевтического назначений в живых организмах.

• полного перечня вопросов к зачёту:

1. Основные законы диффузии. Диффузия, миграция и массоперенос. Способы описания диффузионных процессов. Дифференциальные уравнения диффузии. Краевые задачи диффузии.
2. Методы решения диффузионных уравнений: преобразование Фурье, интегральные преобразования, операционное исчисление, функции Грина
3. Экспериментальные методы диффузии: метод проницаемости, сорбционно-десорбционный метод, термодесорбционная спектроскопия, эманационный метод.
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.
5. Аномальная диффузия: суб- и супердиффузия, статистические распределения Леви.
6. Диффузия в гетерогенных средах: проницаемость слоистых сред, диффузия по границам зёрен и дислокациям, диффузия в среде, содержащей отдельные включения, диффузия в дисперсионных средах. Диффузионные процессы в катализаторах и адсорбентах, в том числе - бипористых.
7. Диффузия в адсорбционно- и химически активных средах. Модель двойной сорбции. Диффузия в дефектных средах. Диссоциативная диффузия.
8. Перколяция. Фрактальная геометрия в диффузии.
9. Диффузия с движущимися границами. Задача Стефана. Диффузия и релаксационные процессы.
10. Селективная диффузия. Металлические мембраны в извлечении трития на установках термоядерного синтеза. Ассиметричные полимерные мембраны в разделении газообразных продуктов деления урана или плутония.
11. Проницаемость движущихся мембран. Мембранный пермабсорбер, мембранный клапан и мембранный реактор.
12. Обратные задачи диффузии. Диффузионное материаловедение и диффузионно-структурный анализ. Микротомография на радиоактивных подвижных зондах. Эманационно-термический анализ. Методы радиоактивного диффузионного газового зонда.
13. Спилловер трития.
14. Методы обработки и интерпретации результатов диффузионных экспериментов.

15. Миграция радиоактивных веществ в окружающей среде, в том числе - со фрактальной структурой. Учёт адвекции, размерного спектра коллоидных частиц и аэрозолей, эффектов отдачи, сложных процессов накопления и распада в рядах генетически связанных радионуклидов.
16. Диффузия, суб-диффузия и супердиффузия (полеты Леви) в природных средах. Статистическое и феноменологическое описание.
17. Состояние и миграция природных радионуклидов. Ореолы рассеяния вокруг месторождений урана и тория, геотермальных источников. Радон и продукты его распада в среде обитания.
18. Техногенные радионуклиды. Распространение радиоактивных веществ вокруг действующих предприятий ядерной индустрии.
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.
20. Захоронений радиоактивных отходов. Расчёт многокомпонентных защитных барьеров. Открытые и закрытые источники радионуклидов. Эволюция в пространстве и времени ореолов рассеяния радиоактивных 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.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам; билет включает 2 вопроса. В случае, если на все вопросы были даны удовлетворительные ответы, аспирант получает зачет. Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Миграция радионуклидов в природных и техногенных средах» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
<i>В1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>З1 (УК-2) Знать</i> методы научной исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научной исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научной исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование

1	2	3	4	5	6	7
<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение характеризовать, описывать и прогнозировать миграцию радионуклидов в природных и техногенных средах	В целом успешное, но не систематическое умение характеризовать, описывать и прогнозировать миграцию радионуклидов в природных и техногенных средах	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение характеризовать, описывать и прогнозировать миграцию радионуклидов в природных и техногенных средах	Успешное и систематическое умение характеризовать, описывать и прогнозировать миграцию радионуклидов в природных и техногенных средах	ПКЗ
<i>32 (ПК-12) Знать</i> современное состояние науки в области радиохимии, радиобиологии и практического использования радионуклидов и меченых соединений, в том числе, в процессах миграции	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных исследованиях процессов диффузии радионуклидов и способах практического использования радиоизотопных методов для изучения миграции радиоактивных веществ в природных и техногенных средах	Неполные представления о современных исследованиях процессов диффузии радионуклидов и способах практического использования радиоизотопных методов для изучения миграции радиоактивных веществ в природных и техногенных средах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных исследованиях процессов диффузии радионуклидов и способах практического использования радиоизотопных методов для изучения миграции радиоактивных веществ в природных и техногенных средах	Сформированные систематические представления о современных исследованиях процессов диффузии радионуклидов и способах практического использования радиоизотопных методов для изучения миграции радиоактивных веществ в природных и техногенных средах	индивидуальное собеседование; письменные ответы на вопросы.

1	2	3	4	5	6	7
<p><i>У2 (ПК-12)</i> Уметь анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал в области современной радиохимии</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Испытывает затруднения при формулировке основных тенденций развития современной радиохимии с точки зрения изучения состояния и диффузии (переноса) радионуклидов в твёрдых телах, материалах, среде обитания и живых организмов</p>	<p>Допускает многочисленные ошибки при выявлении логической взаимосвязи между полученными фундаментальными знаниями в области физико-химической и экологической радиохимии и подходами к решению задач профессиональной деятельности</p>	<p>Допускает отдельные ошибки при выявлении логической взаимосвязи между полученными фундаментальными знаниями в области физико-химической и экологической радиохимии и подходами к решению задач профессиональной деятельности</p>	<p>Умеет установить логическую взаимосвязь между полученными фундаментальными знаниями в области физико-химической и экологической радиохимии и подходами к решению задач профессиональной деятельности</p>	<p>ПК3; реферат</p>