



**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фrumкина РАН**  
**(ИФХЭ РАН)**

Научно-образовательный комплекс

Научно-образовательный центр по радиохимии и химии высоких энергий

ПРИНЯТО

Ученым советом ИФХЭ РАН

Протокол № 6 от 22.09.2011 г.

Председатель Ученого совета  
академик



А.Ю. Цивадзе

**Рабочая программа дисциплины**

**«Методы локализации радионуклидов в газовой и жидкой фазах»**

Специальность **02.00.14 «Радиохимия»**

Москва

2011 год

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели дисциплины:** освоение дисциплины «Методы локализации радионуклидов в газовой и жидкой фазах» является необходимым элементом подготовки молодых специалистов высокого уровня в области радиохимии. Формирование знаний и умений в области радиохимии должно стать основой успешной работы молодых специалистов как в научных подразделениях, специализирующихся в области радиохимии, так и на радиохимических предприятиях, а также в области профессионального образования.

Программа разработана на основе Государственного образовательного стандарта высшего образования в соответствии с учебными планами по специальности «Радиохимия». Она посвящена формированию знаний и умений в области применения различных методов локализации радионуклидов в газовой и жидкой фазах как при исследовании неизвестных физико-химических свойств элементов Периодической системы Менделеева, так и для повышения эффективности химических и технологических процессов в радиохимии. Программа включает в себя как вопросы химии актинидов и лантанидов в низших состояниях окисления, так и вопросы, связанные с проблемами и методами локализации радионуклидов в жидких и газовых средах. Рассматриваются экологические проблемы - вопросы защиты окружающей среды при авариях на объектах атомной энергетики.

**Задачи дисциплины:** В процессе изучения дисциплины аспиранты должны освоить методы безопасной работы с радиоактивными и химически токсичными элементами и научиться использовать современные подходы для дальнейшей самостоятельной научной работы в области создания и совершенствования радиохимических технологий. Они должны получить теоретические и практические знания в области локализации радионуклидов в газовой и жидкой фазах и сформировать навыки и умения практического использования полученных знаний. Изучить методы, подходы к решению разнообразных научных и прикладных проблем, связанных с локализацией радионуклидов в газовой и жидкой фазах в радиохимии.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к группе специальных дисциплин образовательной компоненты ООП ППО (в соответствии с Федеральными государственными требованиями (ФГТ) и относится к отрасли «Химические науки» и научной специальности «Радиохимия».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовности обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате

освоения предшествующих дисциплин: знание неорганической, физической, коллоидной, органической, аналитической химии в рамках учебных программ химических факультетов университетов или химико-технологических университетов. Знание основ химических технологий, владение навыками, приобретенными на практических (лабораторных) занятиях по указанным разделам химии.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: технология ядерного цикла, технология переработки облученного ядерного топлива, экология актинидов в окружающей среде.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины формируются следующие компетенции: в применение различных методов локализации радионуклидов в газовой и жидкой фазах как при исследовании неизвестных физико-химических свойств элементов Периодической системы Менделеева, так и для повышения эффективности химических и технологических процессов в радиохимии.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц - 180 часов.

#### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Методы локализации радионуклидов в газовой и жидкой фазах	180	136	36		100		44	Экзамен по специальности «радиохимия»

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### 4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	История открытия низших состояний окисления актинидов и лантанидов.	2		8		4

	Физико-химические свойства. Ионные радиусы, окислительно-восстановительные потенциалы.					
2	Доказательства существования актинидов и лантанидов в различных состояниях окисления. Методы исследования состояния окисления актинидов и лантанидов.	4		8		4
3	Устойчивость в растворах, расплавах. Комплексообразование. Кластеры.	2		8		4
4	Радионуклиды йода. Состояния окисления и формы радиоактивного йода в растворе и газовой фазе.	4		8		4
5	Методы локализации радиоактивного йода в газовой и жидкой фазах. Поведение аэрозолей иодида цезия в полях разной природы.	4		12		6
6	Адсорбция радионуклидов. Правила адсорбции. Виды адсорбции.	4		12		4
7	Процессы соосаждения.	4		8		4
8	Количественные характеристики распределения микрокомпонента между осадком и раствором. Коэффициент кристаллизации. Распределение микрокомпонента между твердой фазой и расплавом	4		12		4
9	Сорбенты. Фильтрация. Фильтры и фильтровальные установки.	4		12		6
10	Системы локализации радиоактивных выбросов на АЭС.	4		12		4
Итого		36		100		44

#### 4.2.2.Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий (лекции, семинары и т.д.)
1	История открытия низших состояний окисления актинидов и лантанидов. Физико-химические свойства. Ионные радиусы, окислительно-восстановительные потенциалы.	Получение актинидов и лантанидов в состоянии окисления 2+ и 1+. Теоретические и экспериментальные подходы к расчету окислительно-восстановительных потенциалов.	Лекции, семинары, самостоятельная работа
2	Доказательства существования актинидов и лантанидов в различных состояниях окисления. Методы исследования состояния окисления актинидов и лантанидов.	Электрохимические, хроматографические, сорбционные и сокристаллизационные методы доказательства существования актинидов и лантанидов в низших состояниях окисления.	Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа
3	Устойчивость в растворах, расплавах. Комплексообразование. Кластеры.	Исследование поведения актинидов и лантанидов в хлоридных и фторидных расплавах в присутствии различных двухвалентных лантанидов. История открытия кластеров хлоридных d-элементов. Получение кластеров актинидов.	Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа
4	Радионуклиды йода. Состояния окисления и формы радиоактивного йода в растворе и газовой фазе.	Йод. Радионуклиды йода, период полураспада радионуклидов йода. Накопление радионуклидов йода в ядерном топливе. Состояния окисления йода. Получение йода в различных состояниях окисления. Химические формы йода в растворе и газовой фазе.	Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа
5	Методы локализации радиоактивного йода в газовой и жидкой фазах. Поведение аэрозолей иодида цезия в полях разной природы.	Методы локализации радиоактивного йода в растворах. Iodoh- и Mercurex- процессы. Агломерационная сокристаллизация аэрозолей CsI и солей аммония. Изучение	Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа

		<p>процессов формирования аэрозолей из пересыщенного пара в присутствии поля ионизирующего излучения и в электростатическом поле.</p>	
6	<p>Адсорбция радионуклидов. Правила адсорбции. Виды адсорбции.</p>	<p>Виды адсорбции. Правила адсорбции Панета-Фаянса и Гана. Классификация процессов адсорбции на ионных кристаллах. Первичная потенциал-образующая и первичная обменная адсорбция, вторичная адсорбция, их закономерности. Зависимость первичной и вторичной адсорбции от свойств ионов, pH раствора. Внутренняя адсорбция. Ионообменная адсорбция.</p>	<p>Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа</p>
7	<p>Процессы соосаждения.</p>	<p>Процессы соосаждения. Их классификация. Сокристаллизация и адсорбция микроконцентраций радионуклидов. Изоморфное соосаждение. Образование гриммовских смешанных кристаллов. Аномальные смешанные кристаллы.</p>	<p>Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа</p>
8	<p>Количественные характеристики распределения микрокомпонента между осадком и раствором. Коэффициент кристаллизации. Распределение микрокомпонента между твердой фазой и расплавом.</p>	<p>Количественные характеристики распределения микрокомпонента между осадком и раствором. Работы Хлопина и Гана. Термодинамически равновесное распределение. Закон Хлопина. Константа Хлопина и коэффициент кристаллизации. Работы Ратнера. Истинный коэффициент кристаллизации. Распределение микрокомпонента между твердой фазой и расплавом.</p>	<p>Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа</p>

9	Сорбенты. Фильтрация. Фильтры и фильтровальные установки.	Виды сорбционных материалов. классификация сорбентов. Получение сорбентов. Модифицирование сорбентов. Виды фильтров. Классификация фильтров. Основные виды фильтрующих материалов. Фильтровальные установки.	Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа
10	Системы локализации радиоактивных выбросов на АЭС.	Типы АЭС. Устройство систем безопасности АЭС. Системы вентиляции на АЭС. Системы локализации аварийных выбросов на АЭС. Характеристики и структура основных систем локализации аварийных выбросов на АЭС. Перспективные устройства для локализации аварийных выбросов на АЭС.	Лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа

## **5. Образовательные технологии**

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: компьютерные технологии, презентации, средства мультимедиа, активные образовательные технологии (лекции, семинары, лабораторные работы).

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Виды самостоятельной работы: с компьютером в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию, базам данных, к ресурсам Интернет; в домашних условиях с доступом к ресурсам Интернет; с учебной и научной литературой по специальности, учебно-методическими пособиями, конспектами лекций (библиотека Института, базы данных и другие материалы в лабораториях, Интернет); с лабораторным оборудованием под контролем сотрудников Института.

Систематические обсуждения с научными руководителями по результатам освоения теоретических разделов, результатов проведенной экспериментальной работы с целью контроля успехов освоения научной дисциплины, подготовки к

сдаче экзамена по специальности. Экспертная оценка руководителя, экзаменаторов.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература.

А) Основная литература:

1. Несмеянов Ан. Н. Радиохимия. 2-е изд. М.: Химия, 1978.
2. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. М.: Высш. шк., 1987.
3. Вдовенко В.М. Современная радиохимия. М.: Атомиздат, 1969.
4. Старик И.Е. Основы радиохимии. Л.: Наука, 1969.
5. Келлер К. Радиохимия. М.: Атомиздат, 1969.
6. Ган О. Прикладная радиохимия. М.: Атомиздат, 1969.
7. Технология трансплутониевых элементов / В.М. Николаев, Е.А. Карелин, Р.А. Кузнецов, Ю.Г. Топоров. Димитровград: ГНЦ РФ НИИАР, 2000.

Б) Дополнительная литература:

1. Радиоактивные индикаторы в химии: Основы метода / В.Б. Лукьянов, С.С. Бердоносков и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985.
2. Аналитическая химия трансплутониевых элементов / Б.Ф. Мясоедов и др. М.: Наука, 1972.
3. Громов В.В., Савельева В.И., Шевченко В.Б. Химическая технология облученного ядерного топлива. М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Громов В.В., Москвин А.И., Сапожников Ю.А. Техногенная радиоактивность мирового океана. М.: ИздАТ, 2000.
5. Изотопы. Свойства, получение, применение / Под ред. В.Ю. Баранова. М.: ИздАТ, 2000

В) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Журналы и книги издательства American Chemical Society (ACS)
Журнал "Радиохимия"
Журнал "Безопасность ядерных технологий и окружающей среды"
Журнал "Nuclear Technology"
Журнал "Nuclear Engineering"
Мультидисциплинарный журнал естественнонаучного профиля "SCIENCE" издательства American Association for the Advancement of Science (AAAS)



Патентная База данных Questel
Реферативная база данных компании Cambridge Scientific Abstracts в области технологии, материаловедения и нанотехнологий
Реферативная база INSPEC, Institution of Engineering and Technology
Коллекция из 104 журналов Академиздатцентра “Наука”
БД ВИНТИ РАН on-line – крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам
База данных БЕН РАН
EBSCO Publishing и справочная база “DynaMed”
Журналы издательства Institute of Physics (IOP)
Журналы и книги издательства Elsevier
152 журналов издательства Elsevier за 2000-2009 годы на платформе eLIBRARY.RU
Журналы и книги издательства Wiley-Blackwell
Журналы издательства Nature Publishing Group
Журналы и базы данных по основным направлениям развития химических наук The Royal Society of Chemistry (RSC)
Архивы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
Журналы издательства The Royal Society Publishing
Журналы и книги издательства Springer
Реферативная база данных Inspec, Institution of Engineering and Technology
Ресурсы издательства Taylor&Francis (компания Metapress)
Журналы издательства Sage Publications
Журналы издательства American Institute of Physics

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение лабораторий ИФХЭ РАН: Лаборатория радиоэкологических и радиационных проблем, лаборатория физико-химических методов локализации радиоактивных элементов; лаборатория физико-химических основ обращения с радиоактивными и токсичными отходами, лаборатория анализа радиоактивных материалов.

Программа составлена в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 16.03.2011 № 1365 «Федеральные государственные требования к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)» лабораторией физико-химических методов локализации радиоактивных элементов.

Программа принята на заседании секции Ученого совета ИФХЭ РАН «Химия и технология радиоактивных элементов, радиоэкология» протокол № 2 от 15 сентября 2011 года.