****

2015

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта для специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность (ОСВО 1-100 01 01-2013) и учебного плана кафедры ядерной и радиационной безопасности на 2015-2016 учебный год специальности 46-14/уч.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.П.Миронов, доцент кафедры ядерной и радиационной безопасности, кандидат химических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

О.И.Шадыро, заведующий кафедрой радиационной химии и химико-фармацефтических технологий Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор.

А.Н.Пырко, доцент кафедры биохимии и биофизики Международного государственного экологического университета им. А.Д.Сахарова, кандидат химических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой ядерной и радиационной безопасности Международного государственного экологического университета им. А.Д.Сахарова

 (протокол № 11 от 21 мая 2015).

Научно-методическим советом Международного государственного экологического университета им. А.Д.Сахарова

(протокол № 10 от 16 июня 2015).

# I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

 Радиохимия - область химии, изучающая химию радиоактивных изотопов, элементов и веществ, их физико-химические свойства, химию ядерных превращений и сопутствующие им физико-химические процессы.

 В настоящее время можно выделить следующие основные разделы радиохимии:

 1. Общая радиохимия

- установление общих физико-химических закономерностей поведения радионуклидов при процессах сокристаллизации, адсорбции, коллоидообразования, изотопного обмена и т.п.

- изучение физико-химических форм нахождения радиоактивных элементов и радиоактивных изотопов в различных средах (газ, жидк., тв.);

- исследование свойств химических элементов при малых "радиохимических" концентрациях;

- изучение процессов распределения радиоактивных веществ между соприкасающимися фазами (ж-ж, ж-тв., газ-ж, газ-тв.);

 2. Химия ядерных превращений (химия процессов, сопровождающих радиоактивные превращения)

- изучение химического состава радиоактивных продуктов (формы стабилизации радионуклидов), возникающих в результате различных ядерных превращений;

- изучение химических изменений, вызываемых ядерными реакциями и радиоактивными превращениями.

 3. Химия радиоактивных элементов (химия элементов, не имеющих стабильных аналогов)

- химия урана и тория;

- химия актинидов и других "тяжелых" элементов;

- химия прометия, технеция и др.

 4. Прикладная радиохимия

- технология естественных и искусственных радионуклидов;

- получение соединений и препаратов радиоактивных изотопов;

- применение радиоактивных изотопов для изучения различных физико-химических процессов и строения химических соединений;

- радиохимия окружающей среды;

- радиоаналитическая химия;

- медицинская радиохимия;

- экологическая радиохимия;

- радиохимические основы ядерного топливного цикла.

Цель преподавания дисциплины: формирование систематических знаний в области современной радиохимии у будущих специалистов по ядерной и радиационной безопасности и медицинской физике.

Перед преподающими дисциплину ставятся следующие задачи:

* изложить базовые теоретические положения по общей радиохимии, чтобы подготовить студентов к выполнению лабораторных работ;
* ознакомить обучаемых с основными радиохимическими аспектами аварии на ЧАЭС;
* систематически изложить радиохимические основы ядерного топливного цикла;
* сформулировать основные физико-химические принципы генераторной технологии получения короткоживущих радионуклидов и методологию синтеза радиофармпреператов;
* способствовать развитию научного мировоззрения.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

***знать:***

* физико-химическое состояние радионуклидов в водных растворах;
* фоновые значения содержания основных природных радионуклидов в объектах окружающей среды и теле человека;
* физико-химические свойства радионуклидов, применяемых при изготовлении типовых радиофармпрепаратов.
* ***уметь:***
* готовить образцы к радиохимическому анализу;
* решать типовые расчетные задачи радиохимии.

 ***владеть:***

- основными методами радиохимического определения содержания радионуклидов в образцах.

Учебная программа нового поколения по учебной дисциплине «Радиохимия» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность и за основу взята программа по дисциплине “Радиохимия” МГУ им. М.В.Ломоносова с учетом возникших в РБ радиохимических вопросов после катастрофы на ЧАЭС и планируемом строительстве Бел.АЭС. Программа рассчитана на 126 аудиторных часов, в том числе на лекции отводится 32 часа, на практические занятия 6 часов и на лабораторные работы − 16 часов.

Контроль знаний предполагает проведение двух контрольных работ и сдачу зачета по лабораторным работам. При разработке учебной программы допустимо производить необходимый отбор и перестановку материала.

Форма текущей аттестации по дисциплине – экзамен в 6 семестре.

Форма получения высшего образования – очная.

**2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

1.Предмет радиохимии, основные этапы развития и их характеристика. Краткий исторический обзор. Развитие методов радиохимии в Беларуси.

2.Физические основы радиохимии. Основные понятия и единицы измерения. Закономерности радиоактивного распада. Динамическое и вековое равновесие. Виды радиоактивного распада.

3.Процессы изотопного обмена.

Классификация реакций идеального изотопного обмена. Важнейшие кинетические особенности этих реакций. Основные методы экспериментального изучения реакций изотопного обмена.

4.Состояние радиоактивных изотопов в растворах.

Молекулярное, ионнодисперсное и коллоидное состояние. Истинные и псевдорадиоколлоиды: условия их образования. Особенности поведения радионуклидов в коллоидном состоянии. Методы обнаружения и изучения радиоколлоидов.

5.Процессы распределения радионуклидов между различными фазами.

Процессы соосаждения. Их классификация. Соосаждение с изотопными носителями. Соосаждение со специфическими и неспецифическими носителями.

Процессы экстракции. Основные понятия и соотношения. Важнейшие экстракционные системы.

6.Химичесие процессы, инициированные ядерными превращениями.

Возникновение "горячих" атомов. Реакции "горячих" атомов. Эффект отдачи.

Удержание его причины и виды. Химические последствия β-распада трития в составе молекулярных систем.

7.Радиохимические основы ядерного топливного цикла

Химия ядерного горючего. Основные проблемы.

Переработка урановых руд (вскрытие, выделение, очистка и получение оксидов урана). Переработка облученного ядерного горючего.

Химические свойства актиноидов (устойчивые валентные состояния, участие в окислительно-восстановительных процессах, методы получения и выделения, поиски сверхтяжелых в природе). Общие принципы построения технологических схем при переработке ядерного горючего. Физико-химические формы радионуклидов в выбросах с предприятий ядерного топливного цикла.

8.Радиохимия внешней среды.

Классификация радионуклидов. Основные природные источники образования радионуклидов их кругооборот и химическая трансформация в биосфере. Радиоактивные семейства.

"Космогенные" и "бомбовые" радионуклиды. Радиохимические методы в радиохимии внешней среды. Выделение и радиохимическая очистка исследуемых радионуклидов. Экспрессные методы радиохимического анализа.

9.Ядерно-физические и радиохимические основы геохронологии

Определение абсолютного геологического возраста. Калий-аргоновый, уран-свинцовый и радиоуглеродный методы.

10.Радиохимические вопросы при работах по смягчению последствий аварии на ЧАЭС.

Основные радиохимические вопросы на различных стадиях аварии на ЧАЭС.

Физико-химические формы радионуклидов йода и их трансформация в процессе миграции.

Топливные и конденсационные частицы. Деструкция топливных частиц под действием природных факторов. Методы дезактивации.

11.Методы получения радионуклидов и радиоактивных соединений.

Получение изотопов методом нейтронного облучения в ядерном реакторе.

Производство радиоактивных осколочных изотопов.

Производство радиоактивных изотопов дл ядерной медицине на циклотроне.

Генераторная технология получения короткоживущих радионуклидов и их соединений. Ядерно-физические и физико-химические основы генераторов технеция-99m. Методические особенности синтеза радиофармпрепаратов с технецием-99m.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА учебной ДИСЦИПЛИНЫ

 Номера тем, наименования тем и (или) содержания, количество аудиторных часов (лекции, практические (семинарские) занятия, лабораторные занятия и управляемая самостоятельная работа), номера методических средств, учебно-методические материалы и номера форм контроля знаний:

| **Номер раздела, темы**  | **Наименование раздела, темы,**  | **Количество аудиторных часов** | **Количество****часов УСР** | **Формы контроля знаний** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Лекции** | **Практические (семинарские) занятия** | **Лабораторные занятия** | **Иное** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 1 | Предмет и основные понятия радиохимии. | 2 |  |  | – |  | 1,2,3 |
| 2 | Физические основы радиохимии. | 2 |  |  |  |  |  |
| 3 | Процессы изотопного обмена | 2 |  |  | – |  |  |
| 4 | Состояние радионуклидов в растворах | 2 |  |  |  |  |  |
| 5 | Процессы распределения радионуклидов между различными фазами | 2 |  |  |  |  |  |
| 6 | Химические процессы, инициированные ядерными превращениями | 2 |  |  |  |  |  |
| 7 | Радиохимические основы ядерного топливного цикла | 4 |  |  |  |  |  |
| 8 | Радиохимия внешней среды | 6 | 2 | 16 |  |  |  |
| 9 | Ядерно-физические и радиохимические основы геохронологии | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 10 | Радиохимические вопросы при работах по смягчению последствий аварии на ЧАЭС | 4 |  |  |  |  |  |
| 11 | Методы получения радионуклидов и радиоактивных соединений | 4 | 2 |  |  |  |  |
|  | Всего | 30 | 6 | 16 |  |  |  |

4. Информационно-методическая часть

 ***Основные учебно-методические материалы:***

###  1.Ан. Н.Несмеянов. Радиохимия. М. Изд."Химия". 1992;

 2. В.В.Громов. Краткий курс радиохимии. Изд."Металлургия".1966.

 3. Основы радиохимии и радиоэкологии, под редакцией М.И Афоносова. М. Химический факультет им. М.В.Ломоносова. 2008.

 4. Радиохимия и химия ядерных процессов. Под ред. А.Н.Мурина, В.Д.Нефедова и В.П.Шведова. ГХИ. Л.1990;

 5. В.А.Бессонов. Основы радиохимии. Учебное пособие по курсу «Радиохимия» ОГТУАЭ, Обнинск 2004 г.

6. В.А.Бессонов. Основы радиохимии. Учебное пособие по курсу «Радиохимия» ОГТУАЭ, Обнинск 2004 г.

7. Ю.П. Давыдов. Основы радиохимии.-Мн.: Вышэйшая школа, 2014.

##### Дополнительная литература

 8. В.М.Вдовенко. Современная радиохимия. Атомиздат.М.1969;

 9. И.Е.Старик. Основы радиохимии. Изд. АН СССР. М.-Л. 1959;

 10. Ю.П.Давыдов. Состояние радионуклидов в растворах. "Наука и техника". Минск. 1978.

 11. Ан. Н.Несмеянов. Практическое руководство по радиохимии, Госхимиздат. 1965.

 12. С.Е.Бреслер. Радиоактивные элементы, Госхимиздат. 1957.

 13. Ан. Н.Несмеянов. Получение радиоактивных изотопов. Госхимиздат. 1957.

 14. М.Бенедикт, Т.Пигфорд. Химическая технология ядерных материалов. Атомиздат, М., 1960.

 15. Сб. «Химия ядерного горючего». Госхимиздат. 1958.

 16. В.Б. Лукьянов. Радиоактивные индикаторы в химии. Основа метода. М., Высшая школа. 1985.

 17. Ю.А. Сапожников. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. М., БИНОМ, 2006.

 18. Современные методы разделения и определения радиоактивных элементов. Сборник научных трудов под редакцией Б.Ф.Мясоедова. М., Наука. 1989.

 19. Е.Ф.Конопля, В.П.Кудряшов, В.П.Миронов. Трансурановые элементы на территории Беларуси. Минск. Белорусская наука. 2006.

 20. Е.Ф.Конопля, В.П.Миронов, В.В.Журавков. Короткоживущие радионуклиды на территории Беларуси. Минск. Белорусская наука. 2008.

##### Лабораторные занятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Содержание | Объем,час |
| 1. | Радиохимический анализ проб почвы, аэрозольных фильтров и продуктов питания на содержание стронция-90. | 6 |
| 2. | Радиохимический анализ проб почвы и аэрозольных фильтров на содержание плутония и америция. | 6 |
| 3. | Радиохимический анализ проб почвы на содержание америция. | 6 |
| 4. | Радиохимический анализ проб воды из открытых водоёмов на содержание трития. | 6 |

 ***Темы, содержание, объем и форма отчетности самостоятельных работ:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****п / п** | **Тема** | **Содержание** | **Объем****(часы)** | **Форма****отчетности** |
| 1. | Полоний: ядерно-физические и химические свойстваю | Методы получения, выделения и анализа. Валентные состояния. | 2 | Отчет |
| 2. | Технеций: ядерно-физические и химические свойства | Методы получения, выделения и анализа. Валентные состояния. | 2 | Отчет |
| 3. | Химические изменения, индуцируемые процессами изомерного перехода. | Основные свойства и методы получения ядерных изомеров. | 2 | Отчет |

 ***Наименования и виды методических средств:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п / п** | **Наименование** | **Вид** |
|  | Методические указания к лабораторным работам | Электронные и рукописные виды |
|  | Презентации лекций | Электронный файл |

 ***Формы контроля знаний:***

|  |  |
| --- | --- |
| **№****п / п** | **Форма** |
|  | Выборочный контроль на лекциях |
|  | Проверка конспектов лекций студентов |
|  | Проведение контрольных работ в группе |
|  | Сдача коллоквиума после проведением лабораторных занятий |
|  | Аттестация по индивидуальной работе |

5. Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами специальности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название дисциплины, с которой требуется согласование** | **Название кафедры** | **Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине** | **Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)** |
|  |  |  |  |

Учебную программу разработал:

доцент кафедры ядерной и радиационной безопасности

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.П.Миронов

6. Дополнения и изменения к учебной программе на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п / п** | **Дополнения и изменения** | **Основание** |
|  |  |  |

 Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и высшей математики (протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_).

 Заведующий кафедрой

 к.т.н., доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н.Тушин

 **Утверждено**

 Декан факультета мониторинга окружающей среды

 к.б.н., доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В.Журавков