

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

Физико-технологический институт
Кафедра Радиохимии и прикладной экологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Т. Князев

06 2018 г.




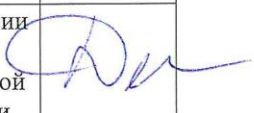
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Радиохимия

Рекомендована Учебно-методическим советом физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:



Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
18.05.02/02.01	Химическая технология материалов современной энергетики	Химическая технология материалов ядерного топливного цикла	№ 5073	Б1.37

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Н.Д. Бетенеков	профессор, д.х.н.,	профессор	Радиохимии и прикладной экологии	
2	Е.И. Денисов,	доцент, к.х.н.,	доцент	Радиохимии и прикладной экологии	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Радиохимии и прикладной экологии (кафедра, преподающая дисциплину)	21.05.18	№ 4	Воронина А.В.	
2	Редких металлов и наноматериалов (выпускающая кафедра)	25.05.18	№ 4	Рычков В.Н.	

*При количестве выпускающих кафедр более 6 достаточно одобрения учебно-методических советов институтов, включающих выпускающие кафедры

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса


Р.Х. Токарева

Председатель учебно-методического совета
Физико-технологического института
Протокол № 10 от 15.06.18 г.


В.В. Зверев

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиохимия

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
18.05.02	Химическая технология материалов современной энергетики	17.10.2016 г.	1291

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

- ОПК-1 способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности;
- ОПК-2 способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов;
- ПК-3 способность анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию;
- ПК-4 способность принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды;
- ПК-6 способность проводить радиометрические и дозиметрические измерения и корректно обрабатывать экспериментальные данные;
- ПК-7 способность обеспечить безопасное проведение работы с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения;
- ПК-8 готовность использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности;
- ПК-9 способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач;
- ПК-12 способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, способность формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;
- ПК-20 способность к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ;
- ПСК-1 способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов;
- ПКД-6 способность обосновывать принятие конкретного решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учётом экологических последствий их применения.

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать

Проблемы защиты окружающей среды в атомной энергетике и перспективы ее развития

Средства и методы повышения безопасности технических средств, технологических процессов и производственных объектов

Основные свойства ядер и теорию их устойчивости

Основные ядерные реакции

Физико-химические основы технологических процессов (по профилю деятельности)

Методы оценки ядерной и радиационной безопасности

Уметь

Использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности

Рассчитывать активности продуктов распада при распаде радионуклидов трансурановых элементов

Выбирать способ переработки различных видов ОЯТ

Проводить расчет изменения активности радионуклидов со временем

Проводить расчет активности продуктов ядерных реакций

Владеть

Методами оценки накопления продуктов деления и трансурановых соединений в различных видах топлива в зависимости от времени облучения

Методами выбора способа переработки конкретного вида ОЯТ

Методами проведения радиометрических и дозиметрических измерений

Методами обработки результатов экспериментов

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

[описание междисциплинарных связей в структуре образовательной программы в соответствии с ОХОП (табл.3)]

1. Пререквизиты	Б1.13, Общая и неорганическая химия Б1.15, Аналитическая химия Б1.16 Физическая и коллоидная химия Б1.17 Основы ядерной физики, радиохимии и дозиметрии
2. Кореквизиты*	[дисциплины, которые могут осваиваться параллельно с данной дисциплиной]
3. Постреквизиты*	[дисциплины, базирующиеся на результатах обучения, полученных при изучении данной дисциплины]

* Данные поля заполняются в случае необходимости. Все остальные поля заполняются обязательно

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

[таблицы формируются отдельно по каждой форме обучения]

Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
	Всего, час.	В т.ч. контактная работа (час.)	8
Аудиторные занятия, час.	136	136	136
Лекции, час.	51	51	51
Практические занятия, час.	0	0	0
Лабораторные работы, час.	85	85	85
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	62	9,3	62
Промежуточная аттестация	18	6,33	Экзамен, 18
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	216	151,63	216
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	6 з.е.		6 з.е.

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Дисциплина «**Радиохимия**» посвящена изучению физико-химических аспектов ядерных технологий на примере анализа работы ядерного реактора, химии горячих атомов и радиационной химии. Прививает навыки практической работы с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений в соответствии с нормами радиационной безопасности.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение.	Перспективы развития ядерной энергетики. Радиохимические аспекты ядерной технологии.
P2	Временные особенности систем, в которых генерируются радионуклиды.	
P2 T1	Деление тяжелых ядер. Условия осуществления управляемой цепной ядерной реакции. Воспроизводство ядерного топлива.	Термодинамическая картина устойчивости ядер Периодической системы Менделеева. Деление тяжелых ядер, энергия активации процесса. Особенности деления ядер под действием нейтронов. Деление ядер урана-235 на тепловых нейтронах. Изотопы, делящиеся под действием тепловых нейтронов; способы их получения. Условия осуществления управляемой цепной ядерной реакции деления, коэффициент размножения нейтронов, его составляющие. Принцип работы гетерогенного ядерного реактора на тепловых нейтронах, конструктивное

		<p>исполнение, классификация реакторов. Воспроизводство ядерного горючего в реакторах на тепловых нейтронах с использованием природного и обогащенного топлива. Реакторы на быстрых нейтронах. Основные особенности работы реактора на быстрых нейтронах, их конструкции. Коэффициент воспроизводства ядерного горючего и время удвоения делящегося материала.</p>
P2 T2	<p>Образование и распад радионуклидов в процессе работы реактора и при выдержке облученного материала.</p>	<p>Энергия, выделяющаяся при делении тяжелых ядер, и ее составляющие. Распределение масс продуктов деления. Кривые выхода масс для урана-235, урана-233 и плутония-239, их особенности; тонкая структура максимумов. Распределение заряда ядер при делении. Абсолютный и относительный независимые выходы изобар. Радиоактивные цепочки продуктов деления. Принципы возникновения изобарных цепочек, тип радиоактивности продуктов деления. Понятие о кумулятивном выходе. “Экранированные” ядра. Примеры цепочек из “легкого” и “тяжелого” максимумов выходной кривой. Элементный состав продуктов деления, их классификация: химическая, по степени влияния на отравление реактора, по вкладу в общую стоимость облученного топлива к началу его переработки. Мощность реактора, способы ее выражения. Степень выгорания ядерного горючего: определение, способы выражения, зависимость от целевого назначения реактора. Связь степени выгорания с количеством образовавшихся продуктов деления. Обзор путей образования и распада радионуклидов в процессе работы реактора и при выдержке облученного материала. Типичные случаи расчета накопления и распада продуктов деления. Модифицированные и обобщенные константы распада. Разветвляющиеся цепи с одним выходом, линейные цепи с несколькими входами. Обобщенные формулы для накопления и распада. Эволюция радионуклидов плутония в зависимости от времени кампании и плотности потока нейтронов. Тяжелые продукты в облученном топливе и время его выдержки. Тяжелые продукты ториевого топлива, уранового топлива. Коэффициент очистки и время выдержки топлива гетерогенных реакторов. Коэффициент очистки топлива гомогенных реакторов.</p>
P3	<p>Химические явления, сопровождающие ядерные превращения (химия “горячих</p>	

	атомов”).	
Р3 Т1	Энергетическое состояние продуктов радиоактивного распада и ядерных реакций.	Энергетическое состояние продуктов радиоактивного распада и ядерных реакций. Энергия ядра отдачи в случае испускания частиц и фотонов. Химические процессы с использованием ядер отдачи. Эффект Сцилларда-Чалмерса; выход и удержание. Ядерно-физические причины удержания: соотношение масс ядра и радикала, временное и угловое распределение фотонов, внутренние соударения за счет радиальной составляющей. Физико-химические причины удержания: реакции горячих атомов (их особенности и продукты), радиационно-химический синтез и распад; изотопный обмен и тепловые реакции. Определение реакций изотопного обмена (примеры).
Р3 Т2	Реакции изотопного обмена. Разделение радиоактивных изотопов химическим путем.	Движущая сила реакций изотопного обмена (РИО): их особенности (для простых и сложных реакций). Классификация РИО по механизму процесса (электронный обмен, ассоциативный, диссоциативный, обмен с переносом изотопов в составе сложных форм), Кинетика реакции изотопного обмена; основное уравнение; период полуобмена и его связь с параметрами системы. Способы определения порядка реакций, константы скорости и энергий активации реакций. Общие условия разделения радиоактивных изотопов химическим путем. Условия разделения изомеров (примеры).
Р4	Химическое действие излучений.	
Р4 Т1	Радиационно-химические процессы. Радиолит воды и водных растворов.	Определение радиационно-химических процессов и радиационной химии. Авторадиационные процессы. Краткая историческая справка о развитии радиационной химии, ее классификация. Понятие о радиационно-химическом выходе (для конденсированных систем и газов). Общая схема основных радиационно-химических процессов в конденсированных системах. Приложения радиационно-химических процессов, экономическая оценка. Радикальная теория радиолиты воды. Первичные процессы радиолиты; вторичные процессы; O_2 - эффект и его следствия. Топографии свободных радикалов; конечные эффекты радиолиты воды. Уравнения материального баланса радиолиты воды. Максимальный выход радиолиты воды. (Для газовой фазы). Радиолит разбавленных водных растворов (общее положение и примеры реакций).

Р4 Т2	Радиационные эффекты в ТВЭЛах при больших флюенсах.	Кинетика радиационно-химических процессов. Применение радиационно-химических процессов в науке и технике.
--------------	---	---

**Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем, либо только темы*

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для [форма обучения]

[таблицы формируются **отдельно** по каждой форме обучения]

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Лабораторные работы выполняются по индивидуальному заданию, выдаваемому студенту на весь период освоения дисциплины. Примерная тематика лабораторных работ представлена в таблице

Код раздела, темы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	Определение форм состояния радионуклидов тория в растворе методами ультрафильтрации и сорбции в области pH от 1 до 6.	85
P2	Определение форм состояния радионуклидов урана в растворе методами ультрафильтрации и сорбции в области pH от 1 до 10.	
P3	Разработка методов концентрирования радионуклидов радия из природных вод и технологических растворов с помощью тонкослойного сорбента MnO ₂ -ТАЦ.	
P3	Разработка методов концентрирования радионуклидов урана из природных вод и технологических растворов с помощью тонкослойного сорбента MnO ₂ -Т-5.	
P4	Определение кинетического режима сорбции цезия неорганическим сорбентом K ₂ Ni [Fe(CN) ₆] -Т-5 из природных вод	
P4	Определение кинетического режима сорбции стронция неорганическим сорбентом K ₂ Ni [Fe(CN) ₆] -Т-5 из природных вод	
P4	Определение кинетического режима сорбции стронция неорганическим сорбентом Т-3А из природных вод	
Всего:		85

4.2. Практические занятия

«не предусмотрено»

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

«не предусмотрено»

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

«не предусмотрено»

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

«не предусмотрено»

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»]

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

[Заполняется в соответствии с Технологической картой БРС]

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана

– – утвержден ученым советом Физико-технологического института, протокол № 8 от 11.04.2016

В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – – 0 (не предусмотрены)

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. =		
Текущая аттестация на лекциях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	сем. 8, нед. 9-17	50
Ведение конспекта лекций	сем. 8, нед. 9-17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лабораторных работ	сем. 8, нед. 9-17	10
Оформление отчетов	сем. 8, нед. 9-17	30
Защита отчетов	сем. 8, нед. 9-17	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. = 0		

6.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
выполнения курсовой работы/проекта	сем. 8, нед. 9-17	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 1		

6.2. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 8	1,0

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Алиев, Р. А. Радиоактивность [Электронный ресурс] : / Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков .— Москва : Лань, 2013 .— 304 с. — Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО 020100 (магистр химии) и специальности ВПО 020201 — «Фундаментальная и прикладная химия» .— ISBN ISBN 978-5-8114-1391-1 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4973>.
2. Барсуков О. А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии / О. А. Барсуков .— Москва : Физматлит, 2011 .— 559 с., [1] л. карта : ил., табл. — (Фундаментальная и прикладная физика) .— .— Предм. указ.: с. 556-559 .— Библиогр. в конце частей, библиогр. к прил.: с. 553. ISBN 978-5-9221-1306-9.— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2722>.
3. Афанасов М.И., Абрамов А.А., Бердоносков С.С. Основы радиохимии и радиозоологии. Сборник задач. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012. 116 с. — <URL: <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/radio/sbornik-zadach-2012.pdf>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 2009. 77 с . — <URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170553>
2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М. Минздрав России 2010. 82 с — <URL: <http://docs.cntd.ru/document/902214068>
3. Изотопы: свойства, получение, применение : : в 2 т.]. Т. 2 / [Б. М. Андреев, Д. Г. Арефьев, В. Ю. Баранов [и др.] ; под ред. В. Ю. Баранова .— Москва : Физматлит, 2005 .— 728 с. : ил. ; 24 см .— .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 584-624. ISBN 5-9221-0523-X .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2104>
4. Абрамов, А. И. Основы экспериментальных методов ядерной физики : Учеб. пособие / А. И. Абрамов, Ю. А. Казанский, Е. С. Матусевич .— 3-е изд. перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1985 .— 488 с. — допущено в качестве учебного пособия. (15 экз)
5. Келлер К. Радиохимия. Пер. с нем. М.: Атомиздат, 1978. 198 с. (8 экз)
6. Несмеянов А.Н. Радиохимия. М.:Химия, 1979. 559с. (24 экз)
7. Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. Физика атомного ядра .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1983 .— 616с. — допущено в качестве учебника. (21 экз)
8. Шпольский Э. В. Атомная физика = Atomic physics : учебник [для вузов : в 2 т.] / Э. В. Шпольский .— СПб. [и др.] : Лань, 2010 .— (Классическая учебная литература по физике) (Лучшие классические учебники) .— ISBN 978-5-8114-1004-0.
Т. 1: Введение в атомную физику = Introduction to atomic physics .— 8-е изд., стер. —

7.1.3. Методические разработки

- 1 Бетенеков Н.Д., Егоров Ю.В., Т.А.Недобух, Пузако В.Д. Особенности эволюции радионуклидов в природных и техногенных системах/ Учебное пособие. – Екатеринбург; ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. 72 с.
- 2 Бетенеков Н.Д., Денисов Е.И., Пузако В.Д. Элементы радиометрии и спектрометрии ионизирующих излучений. Учебное пособие. 2-е изд. исправл. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. 2007. 72 с. (с грифом УМО)
- 3 Ю.В.Егоров, Н.Д. Бетенеков, В.Д. Пузако, Е.И. Денисов Измерение радиоактивности и математическая обработка результатов измерений. Учебное пособие:Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 40 с.
- 4 Егоров Ю.В., Бетенеков Н.Д., Пузако В.Д. Радиоактивность и смежные проблемы. Часть 1. (Физические основы радиоактивности)/ Учебное пособие по курсу «Радиоэкология». – Екатеринбург; УГТУ-УПИ, 2000. 130 с.
- 5 Бетенеков Н.Д., Недобух Т.А. Основы радиохимии: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 207 с
- 6 Воронина А.В., Бетенеков Н.Д., Недобух Т.А. Прикладная радиоэкология: учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 224 с.

7.2. Программное обеспечение

«не используется»

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Elibrary - научная электронная библиотека
2. <http://libscience.narod.ru> Libscience - научная библиотека
3. <http://lib.urfu.ru> Библиотека УрФУ

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/6486> – УМК ИОП «Радиоэкология»
2. http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=7256 – УМК ИОП «Радиохимия»
3. http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=8037 – УМК ИОП «Основы ядерной физики, радиохимии и дозиметрии»

7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины основано на знании теоретических основ физики, аналитической, физической и коллоидной химии, основ ядерной физики, радиохимии и дозиметрии. Для качественного освоения содержания дисциплины необходимо постоянно разбирать материал лекций по конспектам, самостоятельно дополнять полученные знания, используя дополнительную литературу, интернет-ресурсы. Для выполнения курсового проекта необходимо свободное и творческое использование полученных знаний. Лабораторный практикум, выполняемый по индивидуальному заданию, прививает навыки исследовательской работы с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений в соответствии с требованиями охраны труда, радиационной безопасности. Качественное выполнение всех работ, предусмотренных программой, является необходимым условием получения высокой оценки на этапе промежуточной аттестации и повышает общий рейтинг студента.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ

АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

«не предусмотрено»

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

«не предусмотрено»

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

«не предусмотрено»

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

«не предусмотрено»

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

К разделу 2 «Временные особенности систем, в которых генерируются радионуклиды».

1. Термодинамическая картина устойчивости ядер Периодической системы Менделеева. Деление тяжелых ядер, энергия активации процесса.
2. Особенности деления ядер под действием нейтронов. Деление ядер урана-235 на тепловых нейтронах. Изотопы, делящиеся под действием тепловых нейтронов; способы их получения.
3. Условия осуществления управляемой цепной ядерной реакции деления, коэффициент размножения нейтронов, его составляющие.
4. Принцип работы гетерогенного ядерного реактора на тепловых нейтронах, конструктивное исполнение, классификация реакторов.
5. Воспроизводство ядерного горючего в реакторах на тепловых нейтронах с использованием природного и обогащенного топлива.
6. Реакторы на быстрых нейтронах. Основные особенности работы реактора на быстрых нейтронах, их конструкции.
7. Коэффициент воспроизводства ядерного горючего и время удвоения делящегося материала.
8. Энергия, выделяющаяся при делении тяжелых ядер, и ее составляющие.
9. Распределение масс продуктов деления. Кривые выхода масс для урана-235, урана-233 и плутония-239, их особенности; тонкая структура максимумов.
10. Распределение заряда ядер при делении. Абсолютный и относительный независимые выходы изобар.
11. Радиоактивные цепочки продуктов деления. Принципы возникновения изобарных цепочек, тип радиоактивности продуктов деления.
12. Понятие о кумулятивном выходе. “Экранированные” ядра. Примеры цепочек из “легкого” и “тяжелого” максимумов выходной кривой.

13. Элементный состав продуктов деления, их классификация: химическая, по степени влияния на отравление реактора, по вкладу в общую стоимость облученного топлива к началу его переработки.
14. Мощность реактора, способы ее выражения.
15. Степень выгорания ядерного горючего: определение, способы выражения, зависимость от целевого назначения реактора. Связь степени выгорания с количеством образовавшихся продуктов деления.
16. Обзор путей образования и распада радионуклидов в процессе работы реактора и при выдержке облученного материала.
17. Типичные случаи расчета накопления и распада продуктов деления. Модифицированные и обобщенные константы распада.
18. Разветвляющиеся цепи с одним выходом, линейные цепи с несколькими входами. Обобщенные формулы для накопления и распада.
19. Эволюция радионуклидов плутония в зависимости от времени кампании и плотности потока нейтронов.
20. Тяжелые продукты в облученном топливе и время его выдержки. Тяжелые продукты ториевого топлива, уранового топлива.
21. Коэффициент очистки и время выдержки топлива гетерогенных реакторов. Коэффициент очистки топлива гомогенных реакторов.

К разделу 3 «Химические явления, сопровождающие ядерные превращения (химия “горячих атомов”»)

1. Энергетическое состояние продуктов радиоактивного распада и ядерных реакций.
2. Энергия ядра отдачи в случае испускания частиц и фотонов.
3. Химические процессы с использованием ядер отдачи. Эффект Сцилларда-Чалмерса; выход и удержание.
4. Ядерно-физические причины удержания: соотношение масс ядра и радикала, временное и угловое распределение фотонов, внутренние соударения за счет радиальной составляющей.
5. Физико-химические причины удержания: реакции горячих атомов (их особенности и продукты), радиационно-химический синтез и распад; изотопный обмен и тепловые реакции.
6. Определение реакций изотопного обмена (примеры).
7. Движущая сила реакций изотопного обмена (РИО): их особенности (для простых и сложных реакций).
8. Классификация РИО по механизму процесса (электронный обмен, ассоциативный, диссоциативный, обмен с переносом изотопов в составе сложных форм),
9. Кинетика реакции изотопного обмена; основное уравнение; период полуобмена и его связь с параметрами системы.
10. Способы определения порядка реакций, константы скорости и энергий активации реакций.
11. Общие условия разделения радиоактивных изотопов химическим путем.
12. Условия разделения изомеров (примеры).

К разделу 4 «Химическое действие излучений».

1. Определение радиационно-химических процессов и радиационной химии.
2. Авторадиационные процессы.
3. Краткая историческая справка о развитии радиационной химии, ее классификация.
4. Понятие о радиационно-химическом выходе (для конденсированных систем и газов).
5. Общая схема основных радиационно-химических процессов в конденсированных системах.
6. Приложения радиационно-химических процессов, экономическая оценка.
7. Радикальная теория радиолитиза воды.

- 8 Первичные процессы радиолиза; вторичные процессы; O_2 - эффект и его следствия.
- 9 Топографии свободных радикалов; конечные эффекты радиолиза воды.
10. Уравнения материального баланса радиолиза воды. Максимальный выход радиолиза воды. (Для газовой фазы).
11. Радиолиз разбавленных водных растворов (общее положение и примеры реакций).
12. Кинетика радиационно-химических процессов.
13. Применение радиационно-химических процессов в науке и технике.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

«не используются»

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

«не используются»

8.3.8. Интернет-тренажеры

«не используются»

8.3.9. Примерные задания в составе курсовой работы Эволюция продуктов деления ядерного реактора Тип реактора - ВВЭР-440, топливо – UO_2

Содержание работы (в том числе состав графических работ и расчетов)

1. Определить удельное выгорание в МВт·сут/т U-235, МВт·сут/т топлива.
2. Определить скорость выгорания в МВт/т U-мет., МВт/т U-235, МВт/т топлива
3. Определить время кампании в сутках.
4. Определить плотность потока нейтронов и количество образовавшихся Pu-238 и Pu-239, 240, 241 с учетом всех путей их расходования. Уточнить с учетом полученных данных количество реально сгоревшего U-235.

Определить изменение активности продуктов деления для 10 временных точек в абсолютных единицах, Бк, для цепочки с данным А: за время кампании; за время выдержки. Результаты представить в виде таблиц и графиков.

Определить содержание стабильного нуклида с данным А к концу кампании и к концу выдержки _____

3. Дополнительные сведения

Исходные данные для расчетов:

Мощность, МВт	«Мощность_МВт»
Обогащение, %	«Обогащение_»
Загрузка, т U-мет.	«Загрузка_т_Uмет»
Выгорание, МВт·сут/т U-мет.	«Выгорание_МВтсутт_Uмет»
Время охл., сут	«Время_охл_сут»
Массовое число цепочки, А	«Массовое_число_цепочки_А»

ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.

N	Мощность, МВт	Обогащение, %	Загрузка, т U-мет.	Выгорание МВт·сут/т U-мет	T _{охл} , сут.	А	Тип реактора
1	2	3	4	5	6	7	9
1	1375/400	2,35	41,25	$1,5 \cdot 10^4$	1200	91	ВВЭР-440
2	1385/405	2,40	42,30	$1,6 \cdot 10^4$	1180	134	-"
3	1395/410	2,45	43,35	$1,7 \cdot 10^4$	1160	89	-"

4	1405/415	2,50	44,40	$1,8 \cdot 10^4$	1140	131	-"
5	1415/420	2,55	43,60	$2,9 \cdot 10^4$	1120	144	-"
6	1425/425	2,60	42,10	$2,0 \cdot 10^4$	1100	135	-"
7	1435/430	2,70	41,25	$2,1 \cdot 10^4$	1080	79	-"
8	3050/920	3,90	77,0	$3,15 \cdot 10^4$	1040	87	ВВЭР-1000
9	3070/930	3,95	75,5	$3,2 \cdot 10^4$	1020	98	-"
10	3090/940	4,00	73,0	$3,25 \cdot 10^4$	1000	93	-"
11	3100/960	4,10	74,5	$3,3 \cdot 10^4$	980	96	-"
12	3250/1060	4,15	72,0	$2,65 \cdot 10^4$	960	95	-"
13	3260/960	4,25	71,5	$2,7 \cdot 10^4$	920	97	-"
14	3270/1070	4,30	72,0	$2,75 \cdot 10^4$	900	99	-"

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лаборатории Ф-319, 326 оснащены следующим оборудованием:

- Полупроводниковый альфа-спектрометр с детектором ДКПБ-20, анализатором импульсов АМА-03Ф4 и ПЭВМ;
- Полупроводниковый альфа-спектрометр "Прогресс" и ПЭВМ;
- Альфа-спектрометр с ионизационной камерой с чувствительной поверхностью диаметром 80 мм и ПЭВМ;
- Сцинтилляционный бета-спектрометр с детектором CsI(Tl), с анализатором импульсов АМА-03Ф4;
- Сцинтилляционный гамма-спектрометр с детектором NaI(Tl) 60x60, с АЦП 4К-2 и ПЭВМ - 3 шт.
- Низкофоновый альфа-бета радиометр MINI-20;
- Радиометры бета-излучения:
установка малого фона УМФ-1500М,
установка малого фона УМФ-2000,
радиометр РУБ-01П1;
- Радиометр альфа-излучения РКБ4-1eM с детектором ZnS(Ag);
- Общехимическое оборудование.

10. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений
