

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Директор по учебной работе и
образовательным инновациям

О. Г. Прохоренко

15 июня 2022 г.

Регистрационный №УД- 11076/уч.

ХИМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 05 03 Химия высоких энергий

2022 г.

Учебная программа составлена на основе типового уч. плана № G31-1-018/пр-тип от 31.03.2021 г. и уч. плана № G31-1-009/уч. от 25.05.2021 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.И. МЫЧКО, доцент кафедры неорганической химии химического факультета БГУ, кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.Ф. Минаковский, заведующий кафедрой технологии неорганических веществ и общей химической технологии БГТУ, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой неорганической химии
(протокол № 14 от 20.06.2022 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 6 от 29.06.2022 г.)

Зав. кафедрой _____



Василевская Е.И.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Химия естественных радиоактивных элементов» – сформировать у будущих специалистов в области радиационной и радиохимии опыта использования знаний о свойствах естественных радиоэлементов для прогнозирования поведения соединений этих элементов в природных и техногенных процессах.

Задачи учебной дисциплины:

1. Систематизация знаний о химических свойства и применении радиоэлементов;
2. Развитие навыков использования методологии радиохимии для идентификации радионуклидов, изучения их состояния в растворах, разделения и выделения из руд, изучения и прогнозирования состава, строения и свойств соединений;
3. Формирование опыта безопасной работы с радиоэлементами.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Химия естественных радиоактивных элементов» относится к модулю «Введение в специальность» компонента УВО.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Дисциплина «Химия естественных радиоактивных элементов» опирается на следующие дисциплины – «Ядерная физика»; «Неорганическая химия»; «Аналитическая химия».

Дисциплина «Химия естественных радиоактивных элементов» представляет собой теоретическую основу для изучения последующих курсов химического профиля – «Радиохимия», «Введение в ядерную химию», «Радиометрия», «Ядерный топливный цикл и обращение с радиоактивными отходами», «Химия актиноидов».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Химия естественных радиоактивных элементов» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

СК-1. Понимать суть превращений и последствия процессов, включая радиоактивные процессы, законы и энергетику ядерного распада, механизмы ядерных реакций, процессы, протекающие в ядерном реакторе, для дальнейшего более глубокого изучения общих и специальных курсов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- физические и химические свойства радиоэлементов;
- формы существования радиоэлемента в природе,
- основные минералы, образуемые радиоэлементом, и способы

их извлечения;

- биологические функции радиоэлементов и правила работы с их соединениями;
- области использования радиоэлементов;

уметь:

- записывать уравнения химических реакций, характеризующие свойства радиоэлементов;
- проводить расчет распространенности радиоэлемента по данным химического анализа;
- определять активность радиоэлемента по его количеству и периоду полураспада;
- определять количество распавшихся (не распавшихся) ядер радиоэлемента за определённый промежуток времени, или исходных ядер по количеству существующих;
- определять энергию, выделяющуюся при распаде ядер радиоэлементов;
- период полураспада ядер радиоэлементов по вековому равновесию;

владеть:

- понятийным аппаратом радиохимии;
- приемами проведения расчётов концентрации радиоэлементов в природных системах и её изменения со временем распада радиоэлементов;
- опытом анализа, формулировки и решения конкретных радиохимических задач;
- приёмами анализа данных распространённости и форм нахождения радиоэлементов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Химия естественных радиоактивных элементов» отведено для очной формы получения высшего образования – 94 часа, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 26 часов, семинарских занятия – 6 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачёт.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение. Предмет, цели и задачи курса. Основные принципы работы с радионуклидами

Раздел 1. Методология работы с естественными радиоэлементами

Тема 1.1. Радионуклиды и радиоактивные элементы в природе

Естественные (первичные, космогенные) и техногенные радионуклиды. Радиоактивные семейства (ряды). Вековое равновесие. Изотопно-чистые элементы. Формы нахождения радиоэлементов в природе. Геохимия радиоэлементов.

Тема 1.2. Радиоактивные превращения и их характеристика

Строение и устойчивость атомных ядер. Фундаментальные физические взаимодействия. Дефект массы и энергия связи ядра. Радиоактивные превращения и их характеристика. Основные виды радиоактивных превращений атомных ядер. Основные величины, характеризующие радиоактивность атомных ядер. Использование радионуклидов в геохронологии. Теория звездного нуклеосинтеза. Синтез химических элементов и их идентификация.

Тема 2.3. Методы идентификации и изучения состояния радионуклидов

Методы исследования свойств радиоэлементов. Радиометрические приборы. Химические методы дозиметрии. Масс-спектральный анализ.

Тема 2.4. Состояние радионуклидов в твердой, жидкой и газовой фазах.

Формы, образуемые радиоэлементами в растворах. Состояние радиоактивных изотопов в твердых телах. Состояние радиоактивных изотопов в газовой фазе. Методы исследования состояния радионуклидов в растворах: метод адсорбции, метод десорбции, метод центрифугирования, метод ультрафильтрации, метод диализа, метод электрофореза и электромиграции, электрохимические методы, метод радиографии, спектрофотометрический метод, метод диффузии, эманирование, выщелачивание и сублимация.

Тема 2.5. Методы разделения и выделения радионуклидов

Проблема и методы разделения и выделения радионуклидов. Методы разделения радионуклидов: физико-химические, молекулярно-кинетические, электромагнитный, газодиффузионный, газового центрифугирования, химического обогащения, ректификации, электролиза, изотопного обмена, лазерный. Методы выделения радионуклидов: соосаждение, сокристаллизация, дробная кристаллизация, хроматография, экстракция, электрохимические методы.

Раздел 3. Химия радиоэлементов

Тема 3.1. Химия висмута

Природные изотопы висмута. Основные формы нахождения и распространённость висмута в природе. Способы определения и выделения висмута. Физические и химические свойства простого вещества и соединений висмута. Биологическая активность висмута, его токсическое действие,

гигиенические нормы и техника работы с соединениями висмута. Применение висмута.

Тема 3.2. Химия полония

Изотопы полония. Физические и химические свойства полония и его соединений: металлический полоний, оксиды, галогениды, гидрид, сульфиды и т.д. Комплексные соединения полония. Получение полония, его применение.

Тема 3.3. Химия астата.

Изотопы астата и их получение. Физические и химические свойства астата. Применение астата.

Тема 3.4. Химия радона

Изотопы радона. Физические и химические свойства радона. Получение и применение радона.

Тема 3.5. Химия франция

Физические и химические свойства франция и его соединений.

Тема 3.6. Химия радия

Изотопы радия. Физические и химические свойства радия и его соединений. Выделение радия из урановых и ториевых руд. Определение изотопов радия по эманациям (радону, актинону, торону). Применение радия.

Тема 3.7. Химия актиноидов

Распространённость и нахождение актиноидов в природе. Физические и химические свойства простых веществ. Соединения актиноидов и их химические свойства. Производство и применение актиноидов и их соединений.

Тема 3.8. Химия актиния

Изотопы актиния. Физические и химические свойства актиния и его соединений: оксиды, галогениды, и др. Выделение изотопов актиния из урановых и ториевых руд. Получение актиния из радия. Применение актиния.

Тема 3.9. Химия протактиния

Изотопы протактиния. Физические и химические свойства протактиния и его соединений: оксиды, галогениды, гидрид, нитрид и т.д. Комплексные соединения. Способы выделения из урановых руд. Применение протактиния.

Тема 3.10. Химия тория

Руды тория. Изотопы тория. Физические и химические свойства тория и его соединений: металлический торий, оксиды, галогениды, сульфиды и т.д. Соли тория в растворе. Комплексные соединения тория. Выделение тория из руд.

Тема 3.11. Химия урана

Руды и изотопы урана. Способы разделения изотопов урана. Физические и химические свойства урана и его соединений: металлический уран, оксиды, галогениды, фосфиды, гидриды, карбиды, нитриды, силициды, соли уранила, уранаты и полиуранаты. Уран в растворе: степени окисления, комплексные соединения урана в разных степенях окисления. Перекисные соединения.

Способы выделения урана из руд. Применение урана. Схемы выделения всех элементов из урановых и ториевых руд. Урановый топливный цикл.

Утилизация ядерных отходов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	2	3	4	5	6	7	8	9
	Введение. Предмет, цели и задачи курса. Основные принципы работы с радионуклидами.	2						Дискуссия
1.1.	Радионуклиды и радиоактивные элементы в природе. Естественные (первичные, космогенные) и техногенные радионуклиды. Радиоактивные семейства (ряды). Вековое равновесие. Изотопно-чистые элементы. Формы нахождения радиоэлементов в природе. Геохимия радиоэлементов.	2		2			1	Аудиторная контрольная работа
1.2.	Радиоактивные превращения и их характеристика. Строение и устойчивость атомных ядер. Фундаментальные физические взаимодействия. Дефект массы и энергия связи ядра. Радиоактивные превращения и их характеристика. Основные виды радиоактивных превращений атомных ядер. Основные величины, характеризующие радиоактивность атомных ядер. Использование радионуклидов в геохронологии. Теория звездного нуклеосинтеза.	2		2				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.3.	Методы идентификации и изучения состояния радионуклидов. Методы исследования свойств радиоэлементов. Радиометрические приборы. Химические методы дозиметрии. Масс-спектральный анализ.	2					1	Письменный отчёт по заданиям, размещенным на образовательном портале Educhem
1.4.	Состояние радионуклидов в твердой, жидкой и газовой фазах. Формы, образуемые радиоэлементами в растворах. Состояние радиоактивных изотопов в твердых телах. Состояние радиоактивных изотопов в газовой фазе. Методы исследования состояния радионуклидов в растворах: метод адсорбции, метод десорбции, метод центрифугирования, метод ультрафильтрации, метод диализа, метод электрофореза и электромиграции, электрохимические методы, метод радиографии, спектрофотометрический метод, метод диффузии, эманирование, выщелачивание и сублимация	2						
1.5.	Методы разделения радионуклидов: физико-химические, молекулярно-кинетические, электромагнитный, газодиффузионный, газового центрифугирования, химического обогащения, ректификации, электролиза, изотопного обмена, лазерный. Методы выделения радионуклидов: соосаждение, сокристаллизация, дробная кристаллизация, хроматография, экстракция, электрохимические методы.	2						
2.1.	Природные изотопы висмута. Основные формы нахождения и распространённость висмута в природе. Способы определения и выделения висмута. Физические и химические свойства простого вещества и соединений висмута. Биологическая активность висмута, его токсическое действие, гигиенические нормы и техника работы с соединениями висмута. Применение висмута.	1					2	Аудиторная контрольная работа

1	2	3	4	5	6	7
2.2.	Изотопы полония. Физические и химические свойства полония и его соединений: металлический полоний, оксиды, галогениды, гидрид, сульфиды и т.д. Комплексные соединения полония. Получение полония, его применение	1				
2.3.	Изотопы астата и их получение. Физические и химические свойства астата. Применение астата.	1				
2.4.	Изотопы радона. Физические и химические свойства радона. Получение и применение радона.	1				
2.5.	Физические и химические свойства франция и его соединений.	1				
2.6.	Изотопы радия. Физические и химические свойства радия и его соединений. Выделение радия из урановых и ториевых руд. Определение изотопов радия по эманациям (радону, актинону, торону). Применение радия.	1				
2.7.	Распространённость и нахождение актиноидов в природе. Физические и химические свойства простых веществ. Соединения актиноидов и их химические свойства. Производство и применение актиноидов и их соединений.	2				
2.8.	Изотопы актиния. Физические и химические свойства актиния и его соединений: оксиды, галогениды, и др. Выделение изотопов актиния из урановых и ториевых руд. Получение актиния из радия. Применение актиния.	1				
2.9.	Изотопы протактиния. Физические и химические свойства протактиния и его соединений: оксиды, галогениды, гидрид, нитрид и т.д. Комплексные соединения. Способы выделения из урановых руд. Применение протактиния.	1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.10.	Руды тория. Изотопы тория. Физические и химические свойства тория и его соединений: металлический торий, оксиды, галогениды, сульфиды и т.д. Соли тория в растворе. Комплексные соединения тория. Выделение тория из руд.	2						
2.11.	Руды и изотопы урана. Способы разделения изотопов урана. Физические и химические свойства урана и его соединений: металлический уран, оксиды, галогениды, фосфиды, гидриды, карбиды, нитриды, силициды, соли уранила, уранаты и полиуранаты. Уран в растворе: степени окисления, комплексные соединения урана в разных степенях окисления. Перекисные соединения. Способы выделения урана из руд. Применение урана. Схемы выделения всех элементов из урановых и ториевых руд. Урановый топливный цикл. Утилизация ядерных отходов	2		2				
	ИТОГО	26		6			4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Бекман, И. Н. Радиохимия : учебник и практикум для вузов, для студентов, обучающихся по естественно-научным направлениям и специальностям : [в 2 т.] / И. Н. Бекман. - Москва : Юрайт, 2020. - (Высшее образование). - Т. 1 : Фундаментальная радиохимия. - 2020. - 473 с.
2. Гергалов, В. И. Радиохимия: учеб.-метод. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Радиоактивность и защита от ионизирующих излучений / В. И. Гергалов. – Минск :БГУ, 2015. – 119 с.
3. Князев, Д. А. Неорганическая химия : учебник для академ. бакалавриата, для студ. вузов, обуч. по естественнонауч. напр. : в 2 ч. / Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин ; Росс. гос. аграрный ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2019. - Ч. 2 : Химия элементов. - 2019. - 361 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Мычко, Д. И. Физико-химические основы геохимии: пособие / Д. И. Мычко. – Минск : БГУ, 2015. – 303 с. : ил. – (Классическое университетское издание).
2. Неорганическая химия: В 3 т./ Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн. 2: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ [А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов]. М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 400 с.
3. Лидин, Ростислав Александрович. Химические свойства неорганических веществ : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 04.03.01 "Химия" и специальности "Неорганическая химия" / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева ; под ред. Р. А. Лидина. - 6-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 479 с.
4. Гринвуд, Норман. Химия элементов : в 2 т. : [пер. с англ.] / Н. Гринвуд, А. Эрншо. - 3-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - Т. 2 - 670 с.
5. Недобух, Т. А. Основы радиохимии и дозиметрии : учеб.-метод. пособие / Т. А. Недобух, А. В. Воронина, А. С. Кутергин. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 136 с.
6. Вдовенко, В. М. Современная радиохимия/ В. М. Вдовенко. - М.: Атомиздат, 1969. - 543 с.
7. Сборник задач по радиохимии: Учеб. пособие для хим. специальностей вузов/ Р.В. Аменицкая, В.М. Глазов, И.А. Коршунов [и др.]; Под ред. И.А. Коршунова.– М.: «Высшая школа», 1969. – 150 с.

8. Мясоедов, Б. Ф. Аналитическая химия трансплутониевых элементов/ Б. Ф. Мясоедов, Л. И. Гусева, И. А. Лебедев, М. С. Милюкова, М. К. Чмутова.. — М.: Наука, 1972. — 376 с.
9. Несмеянов, А. Н. Радиохимия/ А. Н. Несмеянов.- М.: Химия, 1978.
10. Некрасов, Б. В. Основы общей химии/ Б. В. Некрасов. - М.: Химия. Т. 1,1965,1.2,1967.
11. Нефедов, В. Д. Радиохимия/ В. Д. Нефедов, Е. Н. Текстер, М. А. Торопова. - М.: Высшая школа, 1987.
12. Сиборг, Г. Химия актинидовых элементов/ Г. Сиборг, Д. Кау. М.: Атомиздат, 1960.
13. Gregory, R. Radiochemistry and Nuclear Chemistry/ Gregory R. Choppin, Jan-Olov Liljenzin, Jan Rydberg.. — 3-е изд. — Butterworth-Heinemann, 2002. — 709 с.
14. Вайгель, Ф. Химия актиноидов = The Chemistry of the Actinide Elements / Пер. с англ.; под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. — М.: «Мир», 1997. — Т. 2. — 664 с.
15. Радиационная безопасность: Учеб. пособие для студентов инженер.-техн. и технол. Специальностей/ П.Г. Кужир, И.А. Сатиков, Е.Е. Трофименко; Под ред. В.И. Сьражева. – Мн.: НПООО «ПИОН», 1999. – 280 с.
16. Закутинский, Д.И. Справочник по токсикологии радиоактивных изотопов/ Д.И. Закутинский, Ю.Д. Парфёнов, Л.Н. Селиванова. – М.: Государственное издательство Медицинской литературы, 1962. – 116 с.
17. Ядерная химия = Nuclear Chemistry: учеб. пособие/ Т.А. Савицкая [и др.]. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2011. – 224 с.
18. Титаева, Н.А. Ядерная геохимия. Учебник, 2-е изд., испр. и доп. – М.: МГУ, 2000. –336 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Оценка за контрольную работу формируется, исходя из количества верных ответов в тесте.

Оценка за письменные отчёты укажите данную форму в карте за задания формируется с учётом их правильности, оригинальности и завершенности, широты и глубины владения теоретическим материалом, используемым при их выполнении.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Химия естественных радиоактивных элементов» учебным планом предусмотрен зачет.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система

предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в итоговую отметку (формирование отметки за текущую успеваемость):

работа на семинарских занятиях (дискуссия) – 20 %;

выполнение контрольных работ – 40 %;

выполнение заданий – 40 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и зачетной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 50 %, зачетная отметка – 50 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

УСР 1 по темам 1.1 – 2.2 (1 ч.)

1. Первый международный эталон радия был изготовлен Марией Кюри в августе 1911 г. и содержал 16,74 мг чистого радия. Рассчитайте массу радия, который содержится в этом эталоне в 2021 г.? На сколько процентов уменьшается количество радия ежегодно? Периоды полураспада радия составляет 1622 года.

2. Какое количество радона-222 находится в равновесии с 10 г радия-226? Периоды полураспада радона и радия соответственно равны 3,823 дня и 1622 года.

3. Рассчитать количество урана-235 (в граммах), которое требуется для непрерывной работы ядерного реактора мощностью 1000 кВт в течение одного года. При одном акте деления освобождается около 200 МэВ энергии. Тепловые потери реактора не учитывать.

4. Определите массу серы-35, которая содержится в 1 мг образца природной серы, если удельная активность образца составляет $1,58 \cdot 10^6$ распадов в секунду на 1 микрограмм образца? Период полураспада серы-35 принять равным 86,7 дня.

Форма контроля – Аудиторная контрольная работа

УСР 2 по темам 1.3 – 1.5 (1 ч.)

Задание: Использую текст презентации лекции, присланную литературу и ресурсы Интернет, подготовить краткие ответы на следующие вопросы.

1. В чём специфика работы по идентификации и изучению свойств радиоэлементов?

2. Привести решение задачи:

Масса образца франция-223 составляет 0,1 мкг. Сколько останется от первоначального количества франция-223 через 4 часа после начала анализа? $T_{1/2} = 22$ мин. Определить скорость распада нуклида.

3. Привести решение задачи:

Каждый акт распада франция-223 сопровождается выделением энергии 1,15 МэВ. Определить температуру, на которую нагреется за 1 с образец франция-223 массой 0,1 мкг. Удельная теплоемкость франция (по закону Дюлонга-Пти) 0,12 Дж/(г·град). Температура плавления франция 18-19 оС

4. В каких формах радиоактивный элемент может существовать в растворе?

5. Предположите какое строение может иметь коллоидная частица гидроксонитрата актиния(III) в растворе, полученном смешением растворов нитрата актиния и водного раствора аммиака

6. Какие фильтрующие материалы используются для отделения коллоидных форм радионуклидов?

7. Коэффициент газодиффузного разделения $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ составляет 1,003. Рассчитайте число операций разделения для получения урана-235 со степенью обогащения 5 %.

8. Заполните таблицу

№	Метод выделения радионуклида	Суть метода	Область применения

Форма контроля – Письменный отчет по заданиям.

УСР 2 по темам 2.1 – 2.11 (2 ч.)

1. Приведите уравнения распада изотопов ^{209}At , ^{210}At и ^{211}At .

2. Определить удельную активность (Бк/г) ^{211}At с периодом полураспада 7,21 часа.

3. Приведите уравнения ядерных реакций искусственное получение астата в результате облучении тория и урана протонами высоких энергий.

4. Рассмотрите этапы выделения астата из подложки после его искусственного получения.

5. Астат в форме простого вещества проявляет как свойства неметалла, так и металла. Приведите уравнения химических реакций, подтверждающих эту двойственность свойств астата.

6. Расставьте степени окисления H^xAt^y . Ответ поясните.

7. Приведите уравнения химических реакций, характеризующих свойства астата в различных (устойчивых) степенях окисления

8. Приведите уравнение химической реакции получения астата в степени окисления –1.

9. МЗА астата составляет $3,7 \cdot 10^3$ Бк. Что такое МЗА? Какому числу атомов астата-211 она соответствует.

Форма контроля – Аудиторная контрольная работа

Примерная тематика семинарских занятий

- Семинар 1. Радионуклиды и радиоактивные элементы в природе
Семинар 2. Радиоактивные превращения и их характеристика
Семинар 3. Химия урана.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Помимо этого, при организации образовательного процесса **используются методы и приемы развития критического мышления**, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимании информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине используются современные информационные ресурсы: на образовательном портале educhem.bsu.by размещен комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к семинарским занятиям, зачёту, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов):

<https://educhem.bsu.by/course/view.php?id=68>

Примерный перечень вопросов к зачету

1. В чём специфика работы по идентификации и изучению свойств радиоэлементов?
2. Сравните чувствительность различных методов идентификации радионуклидов
3. Какие задачи радиометрии?
4. Перечислите основные методы радиометрии и кратко охарактеризуйте на каких эффектах они работают

5. В чём особенность химических методов дозиметрии? Приведите уравнения химических реакций, которые лежат в их основе?
6. На чём основаны методы качественного обнаружения урана?
7. Перечислите основные методы количественного обнаружения урана. Поясните принципы, на которых они основаны
8. Перечислите основные методы отделения урана от сопутствующих элементов и его очистки
9. В каких формах радиоактивный элемент может существовать в растворе?
10. В чём основное отличие истинного раствора от коллоидного?
11. Чем истинный коллоид отличается от псевдоколлоида?
12. Предположите какое строение может иметь коллоидная частица гидроксонитрата актиния(III) в растворе, полученном смешением растворов нитрата актиния и водного раствора аммиака
13. Кратко охарактеризуйте суть методов исследования состояния радиоактивных изотопов в растворах
14. Какие фильтрующие материалы используются для отделения коллоидных форм радионуклидов?
15. Какие методы используются для выделения радионуклидов из твёрдой фазы?
16. Какие методы используются для разделения изотопов ^{235}U и ^{238}U ?
17. На чём основан метод газодиффузного разделения изотопов урана?
18. Коэффициент газодиффузного разделения $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ составляет 1,003. Рассчитайте число операций разделения для получения урана-235 со степенью обогащения 5 %.
19. Коэффициент центрифужного разделения $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ составляет 1,3. Рассчитайте число ступеней разделения для получения урана-235 со степенью обогащения 90 %.
20. В чём преимущества лазерного метода разделения изотопов?
21. Приведите характеристику радиоэлемента по следующему плану:
 - Природные изотопы элемента, их характеристика.
 - Основные формы нахождения элемента в природе. Распространенность в природе.
 - История открытия элемента.
 - Способы определения элемента.
 - Способы выделения элемента из руд.
 - Физические свойства простого вещества.
 - Химические свойства простого вещества и соединений радиоэлемента.
 - Биологическая активность радиоэлемента.
 - Токсическое действие.
 - Гигиенические нормы и техника работы с соединениями радиоэлемента.
 - Применение радиоэлемента.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Введение в ядерную физику	Кафедра ядерной физики	Изменения не требуются	Протокол 14 от 20.06.2022.
Радиохимия	Кафедра радиохимии и химико-фармацевтических технологий	Изменения не требуются	Протокол 14 от 20.06.2022.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № 14 от 20 июня 2022 г.)

Заведующий кафедрой

_____ Е. И. Василевская

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Д. В. Свиридов

Добрый день,

Программа зарегистрирована, (дата и регистрационный номер указаны на титульном листе)

По второй программе - в связи с распоряжением руководства, все программы сначала необходимо направлять в библиотеку на проверку литературы и только потом к нам, поэтому направьте, пожалуйста, программу специалисту библиотеки.

Для зарегистрированной программы:

распечатывайте (1-2 стр. двусторонние, остальные односторонние, вторая страница уже нумеруется)

1. Подписывайте у зав.кафедрой.
2. Подписать у проректора по учебной работе и образовательным инновациям (ул. Бобруйская, 5а, 1 этаж, ректорат);
3. Поставить печать (ул. Бобруйская, 7 каб 100 (1 этаж);
4. Разместить в электронной библиотеке БГУ подписанный вариант программы (ответственный по кафедре/факультету); 4. Ссылку на размещенную в ЭБ программу выслать на email: PlakhotDA@bsu.by (*в письме указать название дисциплины и регистрационный номер. В течение двух дней после регистрации, можно позже)