

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНОЮ
Директор института
магистратуры

Ярмоленко И. В.
« _____ » 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Ястребинский Р.Н.
« _____ » 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Радиохимия и технология изотопов

направление 20.04.01 – Техносферная безопасность

профиль подготовки:

Радиационная и электромагнитная безопасность

Квалификация
магистр

Форма обучения
Очная

Институт: Химико-технологический институт
Кафедра: Теоретической и прикладной химии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказа Минобрнауки России от 25 мая 2020 г. № 678

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

канд. хим. наук, профессор  (Л.В. Денисова)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:  (В.И. Павленко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой


Теоретической и прикладной химии
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:  (В.И. Павленко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 13 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению	ПК-2.3. Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основных понятий радиоактивности, ядерных реакциях, свойств радиоактивных соединений при решении профессиональных задач <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использование знаний о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применение основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции, соосаждения при планировании работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач; • анализа результатов контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Дозиметрия и контроль
2	Безопасность ядерно-энергетических установок
3	Кондиционирование и утилизация радиоактивных отходов
4	Радиохимия и технология изотопов
5	Методы защиты от ионизирующих излучений

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	90	90
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	72	36	36
лекции	17	17	-
лабораторные	17	-	17
практические	34	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	104	52	52
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание	9	9	
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	59	43	16
Зачет, экзамен	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. История развития радиохимии. Основные определения и понятия.					
	Определение предмета радиохимии. Специфические особенности объектов исследования радиохимии. Специфика методов количественного определения радиоактивных нуклидов. Место и роль радиохимии в развитии науки и техники на современном этапе. Краткий исторический об-	1			2

	зор развития радиохимии.				
2. Физические основы радиохимии и радиационные технологии					
	Элементарные частицы. Протонно-нейтронный состав ядер. Изотопы, изобары, изотоны. Энергия ядра и устойчивость ядер, ядерные силы и модели. Изотопы, изобары, изотоны. Энергия и устойчивость ядра. Понятия «радиоактивный элемент», «радиоактивный изотоп», законы радиоактивного распада. Абсолютная радиоактивность, период полураспада. Типы ядерных превращений. Радионуклиды. Специфика методов количественного определения радиоактивных нуклидов. История развития радиационных технологий.	4	6	-	6
3. Получение и свойства радиоактивных изотопов и изотопные эффекты					
	Основные понятия и классификация изотопов. Метод изотопных носителей. Выбор ядерной реакции. Требование к веществу мишени. Расчет времени облучения. Методы выделения радионуклидов из облученных мишеней. Получение радионуклидов для медицинских целей. Ядерные свойства изотопов. Свойства изотопов. Классификация изотопных эффектов.	2	6	-	4
4. Методы разделения и применение радиоактивных изотопов					
	Элементарный эффект разделения. Молекулярно-кинетические методы разделения изотопов. Диффузионный метод разделения. Термодиффузионный метод разделения. Метод масс-диффузии. Центробежный метод разделения. Аэродинамический метод разделения. Оптические методы разделения изотопов. Плазменный метод разделения. Метод радиоактивных индикаторов. Радиометрические измерения и радиохимический анализ. Метод изотопного разбавления. Радиометрическое титрование	2	5	-	7
5. Процессы соосаждения в радиохимии					
	Механизмы процессов соосаждения, типы носителей. Термодинамическая теория Ратнера процесса сокристаллизации. Константа Хлопина, коэффициент кристаллизации, постоянная кристаллизация. Влияние различных факторов на соосаждение. Экспериментальные приемы разграничения различных видов соосаждения. Практическое значение процессов соосаждения в радиохимии.	2	2	6	8
6. Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии					
	Классификация процессов адсорбции. Значение и практическое использование процессов адсорбции в радиохимических исследованиях и производствах. Закономерности и классификация процессов жидкостной экстракции. Основные классы экстрагентов, механизмы экстракционных процессов, влияние различных факторов на эффективность процесса. Количественные характеристики экстракционного выделения и разделения, их физический смысл и методы экспериментального определения. Практическое использование экстракционных процессов в радиохимических исследованиях и производствах.	2	4	11	12
7. Хроматографические процессы в радиохимии					
	Основные закономерности ионообменной, распределительной и адсорбционной хроматографии. Количественные характеристики эффективности разделения радиоактивных	2	4	-	5

	изотопов (элементов) методом ионообменной хроматографии и методы их экспериментального определения. Примеры практического использования хроматографических методов в радиохимии.				
8. Электрохимические процессы в радиохимии					
	Специфические особенности поведения радиоактивных изотопов (элементов) при электрохимических процессах. Формальные окислительно-восстановительные потенциалы: определение термина, соотношение между величинами формального и стандартного потенциалов. Электрохимические методы выделения и разделения радиоактивных изотопов. Использование электрохимических процессов в радиохимии.	2	4	-	5
9. Виды, области применения и проблемы безопасности радиационных технологий					
	Процессы, протекающие в веществах, при действии различных видов ионизирующих излучений. Радиационно-химические технологии. Радиационно-физические технологии. Радиационно-медико-биологические технологии. Методология оценки радиационного риска. Определение распределения доз внешнего облучения в организме человека. Внутреннее облучение человека. Расчет лучевой нагрузки. Пределы доз на медицинский персонал, пациентов и их родственников.		3	--	4
ВСЕГО		17	34	17	59

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Кол-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр № 2				
1.	Физические основы радиохимии и радиационные технологии (ПК-2)	Химические процессы при делении ядер; особенности α - и β -распада, испускание γ -квантов, радиоактивные семейства, методы расчета активности в семействах. Построение схемы распада нуклида по известному типу распада и максимальной энергии частиц	6	6
2.	Получение и свойства радиоактивных изотопов и изотопные эффекты (ПК-2)	Получение радиоактивных изотопов. Расчет времени облучения. Методы выделения радионуклидов из облученных мишеней.	6	4

3	Методы разделения и применение радиоактивных изотопов (ПК-2)	Электромагнитное разделение. Газовая диффузия и противоточная масс-диффузия. Газовая и жидкостная термодиффузия. Газовое центрифугирование. Плазменное разделение. Аэродинамическая сепарация. Лазерное разделение изотопов. Химический обмен. Дистилляция. Электролиз. Изотопный обмен.	5	5
ИТОГО			17	17
Семестр 3				
1	Процессы соосаждения в радиохимии (ПК-2)	Классификация процессов соосаждения. Соосаждение с изотопными, специфическими и неспецифическими носителями.	2	2
2	Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)	Закономерности и классификация процессов адсорбции и жидкостной экстракции. Количественные характеристики экстракционного выделения и разделения, методы экспериментального определения. Основы расчета экстракционных каскадов.	4	4
3	Хроматографические процессы в радиохимии (ПК-2)	Классификация хроматографических методов. Коэффициенты распределения и разделения.	4	3
4	Электрохимические процессы в радиохимии (ПК-2)	Кинетика электролитического выделения радионуклидов из растворов больших разведений.	4	4
5	Виды, области применения и проблемы безопасности радиационных технологий (ПК-2)	Виды, направления и преимущества радиационных технологий. Радиационно-физические, радиационно-биологические технологии. Применение радиационных технологий в медицине. Внутреннее облучение человека. Расчет лучевой нагрузки.	3	4
ИТОГО			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр № 3				
1.	Процессы соосаждения в радиохимии (ПК-2)	Отделение стронция-90 от дочернего иттрия-90 осаждением сульфата стронция	6	6
2.	Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)	Изучение адсорбции ^{137}Cs ($^{137\text{m}}\text{Ba}$) и ^{90}Sr - ^{90}Y ионообменными материалами	6	6

3.	Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)	Разделение изотопов ^{90}Sr - ^{90}Y экстракцией ди-(2-этидгексил) фосфорной кислотой	5	5
ИТОГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента по разделам 1-9.

Перечень типовых индивидуальных заданий

№ п/п	Тема ИДЗ	Цель ИДЗ	Кол-во часов
1.	Методы получения и разделения изотопов (ПК-2)	Изучение различных методов получения и разделения изотопов	3
2.	Хроматографические процессы в радиохимии (ПК-2)	Изучение классификации, количественных характеристик различных методов хроматографии основные закономерности	3
3.	Электрохимические процессы в радиохимии (ПК-2)	Изучение электрохимических методов выделения и разделения радиоактивных изотопов	3

Типовые задания ИДЗ

1. Проводится экстракция радиоактивного вещества из 12 мл водного раствора порциями органического экстрагента по 4 мл. Определите, сколько нужно провести последовательных экстракций, чтобы обеспечить значение фактора извлечения радиоактивного вещества, равное 98 %, если коэффициент распределения 3,6.

2. Определить содержание радиоактивных изотопов в 1 кг равновесной урановой руды, содержащей 0,1 % урана (естественной смеси изотопов). Содержание U^{238} (U_1) в естественной смеси изотопов – 0,992739, период полураспада U^{238} – $4,5 \cdot 10^9$ лет.

№ вариантов	1	2	3	4	5	6
Изотоп	Th ²³⁴ (UX ₁)	Pa ²³⁴ (UX ₂)	U ²³⁴ (U _{II})	Th ²³⁰ (I ₀)	Ra ²²⁶	Rn ²²²
Период полураспада	24,1 дн.	1,18 мин.	2,48·10 ⁵ лет	8,3·10 ⁴ лет	1590 лет	3,825 дня
7	8	9	10	11	12	13
Po ²¹⁸ (RaA)	Pb ²¹⁴ (RaB)	Bi ²¹⁴ (RaC)	Po ²¹⁴ (RaC')	Pb ²¹⁰ (RaD)	Bi ²¹⁰ (RaE)	Po ²¹⁰ (RaF)
3,05 мин.	26,8 мин.	19,7 мин.	1,64·10 ⁻⁴ с.	22 года	5 дней	138,4 дня

3. В результате экстракции радиоактивного вещества из 10 мл водного раствора в 8 мл органического растворителя радиоактивность водной фазы уменьшилась в 3 раза. Рассчитайте коэффициент распределения.

4. Назовите основные электрохимические методы, применяемые для разделения радиоактивных веществ. В чем сущность каждого из них?

5. Приведите примеры электрохимического (бестокового) выделения радионуклидов.

6. Какими путями можно повысить эффективность электролитического выделения радионуклидов?

7. Приведите примеры выделения радионуклидов методами осаждения, дистилляции, выщелачивания.

8. Как используют для разделения радионуклидов методы, основанные на эффекте отдачи?

9. Радиочувствительность некоторых процессов и функций у растений.

10. Сравнительная радиочувствительность организмов различных систематических групп.

11. Приемы снижения поступления радиоактивных веществ в сельскохозяйственные растения. 12.

Критерии оценивания выполнения индивидуального домашнего задания (ИДЗ):

Оценка	Характеристика действий обучающихся
Зачтено	Обучающийся самостоятельно и правильно решил все задания своего варианта, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя законы и формулы.
Не зачтено	Обучающийся не самостоятельно решил задания своего варианта, не может последовательно и аргументировано излагать решение

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК 2. Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 2.3 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	Защита лабораторных работ, решение разноуровневых задач, собеседование, устный опрос, выполнение и защита ИДЗ, зачет, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины: в форме зачета (1-й курс, 2-й семестр) и экзамена (2-й курс, 3-й семестр).

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета 1 курс, 2 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	История развития радиохимии. Основные определения и понятия. (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none">1. Определение предмета радиохимии. Особенности объектов исследования радиохимии.2. Объекты исследования в радиохимии и их особенности.3. Объекты исследования в радиохимии. Особенности поведения ультрамалых количеств радиоактивных веществ в различных процессах.4. Место и роль радиохимии в развитии науки и техники на современном этапе.
2.	Физические основы радиохимии и радиационные технологии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none">1. Понятия «радиоактивный элемент», «радиоактивный изотоп». Свойства радиоактивных изотопов.2. Количественные характеристики реакций изотопного обмена: степень обмена, константа равновесия, константа скорости, Методы их определения.3. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования.4. Истинное состояние микроколичеств радионуклидов в жидкой фазе: ионное и молекулярное. Методы исследования: метод носителей, методы определения состава и устойчивости комплексных ионов.5. Химическое состояние атомов, образующихся при

		<p>ядерных превращениях. Определение понятий «атом отдачи (горячий атом)», «энергия отдачи», «форма стабилизации атома отдачи».</p> <p>6. Ионодисперсное состояние радионуклидов в водных растворах. Математическая модель.</p> <p>7. Явление удержания в процессах с участием атомов, образующихся при ядерных превращениях. Получение.</p>
3.	Получение и свойства радиоактивных изотопов и изотопные эффекты (ПК-2)	<p>1. Коллоидное состояние микроколичеств радионуклидов в жидкой фазе: истинные и псевдорadioколлоиды. Причины и условия образования, влияние различных факторов.</p> <p>2. Методы исследования коллоидного состояния радионуклидов.</p> <p>3. Механизмы реакций изотопного обмена. Термодинамические особенности реакций изотопного обмена.</p> <p>4. Количественные характеристики ионообменных процессов: константа обмена, коэффициент распределения, фактор разделения. Определение характеристик в динамических и статических условиях.</p> <p>5. Абсолютная и регистрируемая активность. Предел обнаружения радиоактивного вещества в радиометрических измерениях.</p> <p>6. Соосаждение с образованием смешанных кристаллов (сокристаллизация). Закон распределения Хлопина. Условия его применимости.</p> <p>7. Влияние различных факторов на коэффициент кристаллизации и константу Хлопина в процессах сокристаллизации (теория Ратнера).</p> <p>8. Дробная кристаллизация. Практическое значение процессов кристаллизации.</p>
4.	Методы разделения и применение радиоактивных изотопов (ПК-2)	<p>1. Характеристики препаратов радиоактивных изотопов: радиохимическая чистота, радиохимический состав, объемная, массовая активности.</p> <p>2. Определение термина «состояние» радионуклидов в различных средах. Общая характеристика состояние радионуклидов в жидкой, газовой и твердой фазах.</p> <p>3. Получение радиоактивных изотопов в генераторах радионуклидов.</p> <p>4. Общая характеристики методов получения радиоактивных изотопов. Радиохимическая и радиоизотопная чистота препаратов. Реакторные и циклотронные изотопы.</p> <p>5. Определение термина «реакция изотопного обмена». Практические приемы исследования реакций изотопного обмена.</p> <p>Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования.</p>

**Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена
2 курс, 1 семестр**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Процессы соосаждения в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механизмы процессов соосаждения, типы носителей. 2. Термодинамическая теория Ратнера процесса сокристаллизации. 3. Константа Хлопина, коэффициент кристаллизации, постоянная кристаллизация. 4. Влияние различных факторов на соосаждение. 5. Экспериментальные приемы разграничения различных видов соосаждения. 6. Практическое значение процессов соосаждения в радиохимии. 7. Соосаждение радионуклидов (микрокомпонентов) с носителями (макрокомпонентами). Классификация носителей: изотопные, специфические, неспецифические. 8. Соосаждение с образованием смешанных кристаллов (сокристаллизация). 9. Изоморфная и изодиморфная сокристаллизация. Со-кристаллизация с образованием кристаллов Гримма и аномальных смешанных кристаллов. 10. Основные количественные характеристики процесса сокристаллизации: константа Хлопина, коэффициент кристаллизации (D), константа кристаллизации (λ). 11. Принципы и экспериментальные приемы разграничения различных видов соосаждения микроколичеств радионуклидов с макрокомпонентами. 12. Сокристаллизация как вид соосаждения. Изоморфизм и изодиморфизм. Закон Митчерлиха.
2.	Процессы адсорбции в радиохимии(ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация процессов адсорбции. 2. Математическое описание и основные закономерности процессов адсорбции на ионных кристаллах, коллоидных и аморфных осадках, на углях, стекле и бумажных фильтрах. 3. Значение и практическое использование процессов адсорбции в радиохимических исследованиях и производствах. 4. Адсорбция радионуклидов. Виды адсорбции: на ионных кристаллах, на коллоидных и аморфных осадках, на стекле. 5. Первичная и вторичная адсорбция. 6. Основные методы исследования состояния радионуклидов в водных растворах. Метод адсорбции. 7. Гомогенное (равновесное) распределение радионуклида между твердой фазой и раствором. Закон Хлопина. 8. Гетерогенное распределение радионуклида между твердой фазой и раствором. 9. Первичная и вторичная адсорбция на полярных кристаллах.
3.	Процессы жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закономерности и классификация процессов жидкостной экстракции. 2. Основные классы экстрагентов, механизмы экстрак-

		<p>ционных процессов, влияние различных факторов на эффективность процесса.</p> <p>3. Количественные характеристики экстракционного выделения и разделения, их физический смысл и методы экспериментального определения.</p> <p>4. Практическое использование экстракционных процессов в радиохимических исследованиях и производствах.</p> <p>5. Количественные характеристики экстракционных процессов: константа экстракции, коэффициент распределения, фактор разделения. Определение характеристик методом радиоактивных индикаторов.</p> <p>6. Жидкостная экстракция. Принцип метода. Основные термины и понятия. Количественные характеристики. Использование радиоактивных индикаторов для их определения.</p> <p>7. Классификация процессов жидкостной экстракции по типу экстрагента. Факторы, влияющие на эффективность экстракционного извлечения и разделения.</p> <p>8. Практическое применение процессов жидкостной экстракции в радиохимической технологии. Достоинства и недостатки метода.</p> <p>9. Термодинамика процессов экстракции. Закон Бертло-Нернста. Константы экстракционных равновесий. Изотермы экстракции.</p> <p>10. Факторы, влияющие на эффективность экстракционного извлечения и разделения веществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - состав водной фазы – кислотность, присутствие высаливателей, комплексообразователей; - состав органической фазы – тип экстрагента, природа растворителя.
4.	Хроматографические процессы в радиохимии (ПК-2)	<p>1. Определение понятия «хроматографический метод». Классификация методов хроматографии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по механизму взаимодействия вещества с адсорбентом; - по технике эксперимента (фронтальная, элюентная, вытеснительная хроматография). <p>2. Ионообменная хроматография. Принцип метода. Виды ионообменных материалов. Количественные характеристики процесса. Уравнение Никольского.</p> <p>3. Факторы, влияющие на эффективность разделения в процессах ионообменной хроматографии. Примеры практического применения ионообменных процессов.</p> <p>4. Распределительная хроматография. Принцип метода. Количественные характеристики. Распределительная хроматография в колонке, на бумаге, в тонких слоях.</p> <p>5. Факторы, влияющие на эффективность разделения веществ методом ионообменной хроматографии: химическая природа разделяемых ионов, тип ионита, степень дисперсности ионита, температура, скорость пропускания раствора, наличие комплексообразователей.</p> <p>6. Что понимают под термином состояние? Перечислите основные формы состояния радионуклидов в водных растворах. Приведите уравнение материального баланса для катиона в системе состава: «$\text{CuSO}_4\text{-NH}_4\text{Cl-H}_2\text{O(NaOH)}$».</p>

5.	Электрохимические процессы в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности электрохимических процессов с участием радиоактивных веществ. 2. Практическое использование электрохимических методов в радиохимии. 3. Специфические особенности поведения радиоактивных изотопов (элементов) при электрохимических процессах. 4. Формальные окислительно-восстановительные потенциалы: определение термина, соотношение между величинами формального и стандартного потенциалов. 5. Электрохимические методы выделения и разделения радиоактивных изотопов (элементов). 6. Использование электрохимических процессов в радиохимии.
7.	Получение и применение радиоактивных изотопов (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 6. Характеристики препаратов радиоактивных изотопов: радиохимическая чистота, радиохимический состав, объемная, массовая активности. 7. Определение термина «состояние» радионуклидов в различных средах. Общая характеристика состояние радионуклидов в жидкой, газовой и твердой фазах. 8. Получение радиоактивных изотопов в генераторах радионуклидов. 9. Общая характеристики методов получения радиоактивных изотопов. Радиохимическая и радиоизотопная чистота препаратов. Реакторные и циклотронные изотопы. 10. Определение термина «реакция изотопного обмена». Практические приемы исследования реакций изотопного обмена. 11. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/курсовой работы не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение девятого (осеннего) семестра в форме решения разноуровневых задач на практических и лабораторных занятиях.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Практические занятия		
1 курс, 2 семестр		
1	Физические основы радиохимии и радиационные технологии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение термина «состояние» радионуклидов в различных средах. Общая характеристика состояние радионуклидов в жидкой, газовой и твердой фазах. 2. Химические процессы при делении ядер; особенности α- и β-распада, испускание γ-квантов, закон радиоактивного распада, радиоактивные семейства, методы расчета активности в семействах 3. Расчет количества (части) β-излучения, проходящего через материалы с различной плотностью. 4. Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях. 5. Определение понятий «атом отдачи (горячий атом)», «энергия отдачи», «форма стабилизации атома отдачи».
2	Получение и свойства радиоактивных изотопов и изотопные эффекты (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение радиоактивных изотопов. 2. Расчет времени облучения. 3. Методы выделения радионуклидов из облученных мишеней. 4. Количественные характеристики эффективности извлечение радиоактивных изотопов (элементов) методом ионного обмена. 5. Механизмы реакций изотопного обмена. Термодинамические особенности реакций изотопного обмена. 6. Получение радиоактивных изотопов в генераторах радионуклидов. 7. Общая характеристики методов получения радиоактивных изотопов. Радиохимическая и радиоизотопная чистота препаратов. Реакторные и циклотронные изотопы.
3	Методы разделения и применение радиоактивных изотопов (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиометрические измерения. Радиоаналитическая химия. Метод изотопного разбавления. 2. Расчет количества (части) β - излучения, проходящего через материалы с различной плотностью. 3. Радиометрические измерения. Радиоаналитическая химия. Метод изотопного разбавления. 4. Определите время распада 90% ядер ^{222}Rn ($T_{1/2} = 3,82$ сут.). 5. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования. 6. Метод радиоактивных индикаторов.

2 курс, 1 семестр

1.	Процессы соосаждения в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none">1. Механизмы процессов соосаждения, типы носителей. Термодинамическая теория Ратнера процесса сокристаллизации.2. Константа Хлопина, коэффициент кристаллизации, постоянная кристаллизация.3. Влияние различных факторов на соосаждение.4. Практическое значение процессов соосаждения в радиохимии.5. Соосаждение радионуклидов (микрокомпонентов) с носителями (макрокомпонентами). Классификация носителей: изотопные, специфические, неспецифические.6. Соосаждение с образованием смешанных кристаллов (сокристаллизация).7. Основные количественные характеристики процесса сокристаллизации: константа Хлопина, коэффициент кристаллизации (D), константа кристаллизации (λ).
2.	Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none">1. Классификация процессов адсорбции.2. Математическое описание и основные закономерности процессов адсорбции на ионных кристаллах, коллоидных и аморфных осадках, на углях, стекле и бумажных фильтрах.3. Значение и практическое использование процессов адсорбции в радиохимических исследованиях и производствах.4. Адсорбция радионуклидов. Виды адсорбции: на ионных кристаллах, на коллоидных и аморфных осадках, на стекле.5. Первичная и вторичная адсорбция.6. Жидкостная экстракция. Принцип метода. Основные термины и понятия. Количественные характеристики. Использование радиоактивных индикаторов для их определения.7. Классификация процессов жидкостной экстракции по типу экстрагента. Факторы, влияющие на эффективность экстракционного извлечения и разделения.8. Практическое применение процессов жидкостной экстракции в радиохимической технологии. Достоинства и недостатки метода.9. Термодинамика процессов экстракции. Закон Бертло-Нернста. Константы экстракционных равновесий. Изотермы экстракции.

3.	Хроматографические процессы в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация методов хроматографии. 2. Ионообменная хроматография. Принцип метода. Виды ионообменных материалов. Количественные характеристики процесса. Уравнение Никольского. 3. Факторы, влияющие на эффективность разделения в процессах ионообменной хроматографии. Примеры практического применения ионообменных процессов. 4. Распределительная хроматография. Принцип метода. Количественные характеристики. Распределительная хроматография в колонке, на бумаге, в тонких слоях. 5. Факторы, влияющие на эффективность разделения веществ методом ионообменной хроматографии: химическая природа разделяемых ионов, тип ионита, степень дисперсности ионита, температура, скорость пропускания раствора, наличие комплексообразователей.
4.	Электрохимические процессы в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности электрохимических процессов с участием радиоактивных веществ. 2. Практическое использование электрохимических методов в радиохимии. 3. Специфические особенности поведения радиоактивных изотопов (элементов) при электрохимических процессах. 4. Формальные окислительно-восстановительные потенциалы: определение термина, соотношение между величинами формального и стандартного потенциалов. 5. Электрохимические методы выделения и разделения радиоактивных изотопов (элементов).
5.	Виды, области применения и проблемы безопасности радиационных технологий (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы, протекающие в веществах, при действии различных видов ионизирующих излучений. 2. Радиационно-химические технологии. 3. Радиационно-физические технологии. 4. Радиационно-медико-биологические технологии. 5. Методология оценки радиационного риска. 6. Определение распределения доз внешнего облучения в организме человека. 7. Внутреннее облучение человека. 8. Расчет лучевой нагрузки.
Лабораторные занятия		
1.	Процессы соосаждения в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Математическое описание и основные закономерности процессов соосаждения с изотопными, и специфическими носителями. 2. Уравнение Гендерсона-Кречека и Дернера-Хоскинса. Расчет каскада дробной кристаллизации. 3. Классификация процессов жидкостной экстракции по типу экстрагента. 4. Факторы, влияющие на эффективность экстракционного извлечения и разделения. 5. Закономерности и классификация процессов жидкостной экстракции. 6. Количественные характеристики экстракционного выделения и разделения, методы экспериментального определения. Основы расчета экстракционных каскадов.

2.	Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количественные характеристики эффективности извлечение радиоактивных изотопов (элементов) методом ионного обмена. 2. Сколько атомов гелия образуется в течение 1 года из 1 г ^{232}Th, находящегося в равновесии с продуктами распада? 3. Основные классы экстрагентов, механизмы экстракционных процессов, влияние различных факторов на эффективность процесса. 4. Количественные характеристики экстракционного выделения и разделения, их физический смысл и методы экспериментального определения. 5. Практическое использование экстракционных процессов в радиохимических исследованиях и производствах. 6. Классификация процессов адсорбции. 7. Разделение изотопов радиоактивных элементов методом экстракции.
----	--	---

Типовые варианты тестов для текущего контроля в семестре

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
История развития радиохимии. Основные определения и понятия. (ПК-2)	Задачами изучения дисциплины являются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. исследование химических свойств радиоактивных элементов, не имеющих стабильных изотопов 2. исследование химических свойств радиоактивных элементов 3. исследование химических свойств радиоактивных элементов, имеющих стабильные изотопы
	Кто открыл явление радиоактивности в 1896 г.?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вильгельм Конрад Рентген 2. Анри Беккерель 3. Мари Кюри 4. Резерфорд
	Период полураспада – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. промежуток времени, в течение которого распадается ядро 2. промежуток времени, в течение которого распадается половина начального количества ядер 3. промежуток времени, в течение которого распадается одна треть начального количества ядер 4. промежуток времени, в течение которого распадается половина $\frac{1}{4}$ начального количества ядер

	В чем физический смысл закона радиоактивного распада?	<ol style="list-style-type: none"> 1. за период полураспада распадается одна и та же доля имеющихся атомов 2. за период полураспада распадается небольшая доля имеющихся атомов 3. зависимость интенсивности радиоактивного распада от времени и от количества радиоактивных атомов 4. зависимость интенсивности радиоактивного распада от времени радиоактивных атомов
	Состояние, которому соответствует наименьшая возможная для данного ядра энергия, определяемая минимальной массой покоя ядра, называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. возбужденным 2. основным 3. переходным 4. устойчивым
	Что представляют собой β^+ -частицы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. электроны 2. протоны 3. позитроны 4. электроны Оже
	Что представляет собой γ -излучение?	<ol style="list-style-type: none"> 1. поток ядер гелия 2. поток моноэнергетических электронов 3. поток электронов, имеющих непрерывный энергетический спектр 4. поток квантов электромагнитного излучения
Физические основы радиохимии и радиационные технологии (ПК-2)	Цепь радиационно-химических превращений, приводящая к образованию свободных радикалов называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. катализ 2. гидролиз 3. пирролиз 4. радиолиз
	При поступлении радионуклидов внутреннее облучение по сравнению с внешним характеризуется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. неравномерностью 2. протяженным характером 3. степенью опасности 4. параллельностью течения процессов повреждения и восстановления
	Радиоактивный распад – это....	<ol style="list-style-type: none"> 1. самопроизвольное превращение ядра, в результате которого образуется новое ядро и частица или квант излучения 2. самопроизвольное превращение ядра, в результате которого образуется новое ядро 3. самопроизвольное превращение ядра, в результате которого образуется квант излучения 4. самопроизвольное превращение ядра, в результате которого образуется частица излучения
	Укажите, что выражает символ N в дифференциальном уравнении закона радиоактивного распада -	<ol style="list-style-type: none"> 1. число Авогадро 2. число ядер в 1 см^3 3. количество имеющихся радиоак-

	$dN/dt=\lambda N$	<p>тивных ядер</p> <p>4. количество распавшихся радиоактивных ядер</p>
	Для какого типа радиоактивных превращений может наблюдаться зависимость скорости распада от химического состояния?	<p>1. для β-распада</p> <p>2. для спонтанного деления</p> <p>3. для α-распада</p> <p>4. для электронного захвата</p>
	Какое из перечисленных ниже понятий определяет термин «абсолютная активность»?	<p>1. общее число актов распада за все время измерения</p> <p>2. общее число импульсов, регистрируемых прибором, за все время измерения</p> <p>3. число импульсов, регистрируемых за единицу времени прибором, с коэффициентом регистрации $\varphi \neq 1$</p> <p>4. скорость радиоактивного распада.</p>
	Какое из перечисленных понятий определяет термин «регистрируемая активность»?	<p>1. скорость радиоактивного распада</p> <p>2. число электрических импульсов, отмечающих попадание в измерительный прибор ядерных частиц или квантов в единицу времени</p> <p>3. общее число актов распада за все время измерения</p> <p>4. общее число импульсов, регистрируемых прибором за все время измерения</p>
	Укажите, какое из приведенных ниже понятий нельзя в общем случае использовать в качестве определения термина «период полураспада»:	<p>1. время, по прошествии которого остается половина наличного количества ядер радиоактивного изотопа</p> <p>2. время, за которое абсолютная активность снижается вдвое</p> <p>3. время, за которое регистрируемая активность снижается вдвое</p> <p>4. время, за которое масса радиоактивного вещества уменьшается в 2 раза</p>
Получение и свойства радиоактивных изотопов и изотопные эффекты (ПК-2)	Единицей измерения радиоактивности является:	<p>1. Грэй</p> <p>2. Рентген</p> <p>3. Беккерель</p> <p>4. Зиверт</p>
	α -излучение обладает:	<p>1. наибольшей ионизирующей способностью</p> <p>2. наименьшей проникающей способностью</p> <p>3. высокой скоростью пробега в воздухе</p> <p>4. высокой степенью поглощения защитными слоями биологических тканей</p>
	Процесс взаимодействия между какими частицами является аннигиляцией?	<p>1. электронами и протонами</p> <p>2. электронами и гамма-квантами</p> <p>3. электронами и позитронами</p> <p>4. позитронами и гамма-квантами</p>

	Объемная активность (активность в единице объема) определяется как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. активность · объем 2. активность : объем 3. активность : масса основного вещества 4. активность + масса основного вещества
	Укажите период полураспада для ^{67}Ga :	<ol style="list-style-type: none"> 1. 78 часов 2. 13 часов 3. 109 минут 4. 67 часов
	Укажите период полураспада для ^{123}I :	<ol style="list-style-type: none"> 1. 78 часов 2. 13 часов 3. 109 минут 4. 67 часов
	Какой из следующих радионуклидов является источником позитронов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $^{99}_{\text{m}}\text{Tc}$ 2. $^{20}_{1}\text{Tl}$ 3. ^{18}F 4. ^{123}I
	Что называется изотопом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. совокупность атомов, обладающих одинаковым зарядом и одинаковой массой 2. совокупность атомов, обладающих одинаковым зарядом и разной массой 3. совокупность атомов, обладающих разным зарядом и одинаковой массой 4. совокупность атомов, обладающих одинаковым зарядом
	Каким ученым было предложено название «изотопы»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ф. Содди 2. М. Кюри 3. Ф. Рентген 4. А. Беккерель
	С помощью каких реакций можно получить радиоактивные изотопы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. физических 2. химических 3. ядерных 4. обмена
Получение и применение радиоактивных изотопов (ПК-2)	Какой из методов имеет наибольшее применение для получения радиоактивных изотопов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. «меченых атомов» 2. радиоактивного излучения 3. источники гамма-лучей 4. ядерных реакций
	Кем был разработан радиоуглеродный метод применения радиоактивных изотопов	<ol style="list-style-type: none"> 1. У. Либби 2. Э. Резерфорд 3. Ф. Содди 4. К. Фаянс
Процессы соосаждения в радиохимии (ПК-2)	Соосаждение – это процесс....	<ol style="list-style-type: none"> 1. переноса нуклидов из раствора в твердую фазу, образуемую веществом носителя 2. переноса вещества из раствора в твердую фазу 3. осаждение ионов 4. выделение твердой фазы из растворов 5.

	<p>В процессах соосаждения радионуклид выступает в роли....., носитель в роли</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. микрокомпонент, макрокомпонент 2. макрокомпонент, микрокомпонент 3. микрокомпонент, компонент 4. макрокомпонент, твердая фаза
	<p>Главная закономерность процессов соосаждения с изотопным носителем.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. мольные доли микро- и макрокомпонента, перешедших в твердую фазу, равны молярной доле носителя, переходящего в твердую фазу (одинаковый состав фаз) 2. мольные доли микро- и макрокомпонента, перешедших в твердую фазу, не равны молярной доле носителя, переходящего в твердую фазу (одинаковый состав фаз) 3. мольные доли микрокомпонента, перешедших в твердую фазу, равны молярной доле носителя, переходящего в твердую фазу (одинаковый состав фаз) 4. мольные доли макрокомпонента, перешедших в твердую фазу, равны молярной доле носителя, переходящего в твердую фазу (одинаковый состав фаз)
	<p>Что называется изовалентным изоморфизмом?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. взаимозамещение одинаково заряженных ионов разных химических элементов в эквивалентных позициях в данной кристаллографической системе. 2. взаимозамещение неодинаково заряженных ионов разных химических элементов в эквивалентных позициях в данной кристаллографической системе. 3. взаимозамещение одинаково заряженных ионов разных химических элементов в эквивалентных позициях в разных кристаллографических системах. 4. взаимозамещение неодинаково заряженных ионов разных химических элементов.
<p>Процессы адсорбции и жидкостной экстракции в радиохимии (ПК-2)</p>	<p>Какие материалы используют в качестве адсорбентов?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. углерод 2. оксид алюминия 3. стекла 4. ионообменные смолы
	<p>Переход радионуклида из раствора на заранее сформулированную твердую фазу, которая не претерпевает заметных изменений в течение...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. сорбции 2. адсорбции 3. экстракции 4. осаждения

<p>Стабильная твердая фаза называется ----, а распределяющееся вещество -.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. сорбентом и сорбатом 2. сорбатом и адсорбентом 3. адсорбатом и сорбентом 4. адсорбентом и адсорбатом
<p>Правило адсорбции сформулировал...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. К. Фаянс 2. Ф. Панет 3. В. Хоскинс 4. Г. Дернер
<p>Процесс экстракции – это.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. процесс переноса растворенного вещества из одной жидкой фазы в другую 2. процесс переноса растворимого вещества в жидкую фазу 3. процесс переноса вещества на твердый носитель 4. процесс переноса растворенного вещества из жидкой фазы в твердую
<p>Процесс рекстракции – это</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. процесс переноса вещества из экстракта в водный раствор или осадок 2. процесс переноса вещества из водного раствора 3. процесс переноса вещества в водный раствор 4. процесс переноса осадка в водный раствор
<p>Экстрагент – это</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. органическое соединение или его раствор в органическом растворителе, способное к переносу какого-либо вещества из водной фазы в органическую 2. органический раствор, который способен к переносу какого-либо вещества в органическую фазу 3. органическое вещество, способное образовывать определенные соединения с извлекаемыми веществами и переводить их в органическую фазу 4. органическое вещество для разбавления или растворения экстракционного реагента
<p>Экстракт – это</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. равновесная органическая фаза, содержащая вещество, извлеченное из водного раствора 2. органическая фаза, содержащая вещество, извлеченное из твердой фазы 3. раствор вещества, оставшегося в равновесной водной фазе после проведения операции экстракции 4. раствор вещества, извлеченного из экстракта 5.

Хроматографические процессы в радиохимии (ПК-2)	Хроматографические методы это -....	<ol style="list-style-type: none"> 1. разделение веществ в динамических условиях 2. осаждение веществ на твердых носителях 3. разделение веществ в жидких фазах 4. разделение смеси на твердых носителях
	Ионит содержит....	<ol style="list-style-type: none"> 1. матрицу, функциональную группу, противоион 2. матрицу, функциональную группу 3. функциональную группу, противоион 4. матрицу, противоион
	Элюирование это-.....	<ol style="list-style-type: none"> 1. процесс десорбции поглощенного на смоле иона 2. процесс асорбции поглощенного на смоле иона 3. процесс сорбции поглощенного иона 4. процесс десорбции иона
	Что называется коэффициентом распределения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношение концентраций распределяющегося элемента в фазе ионита в растворе 2. отношение концентраций распределяющегося иона в фазе ионита в растворе 3. отношение концентраций распределяющегося элемента в растворе 4. отношение ионита в растворе
Электрохимические процессы в радиохимии (ПК-2)	Электрохимические процессы – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. процессы превращения веществ на границе раздела фаз: проводник электричества первого рода (металл) – проводник электричества второго рода (раствор), происходящие с участием свободных электронов 2. процессы превращения веществ на границе раздела фаз: металл – раствор 3. процессы, протекающие на границе раздела двух фаз 4. процессы, протекающие превращения веществ на границе раздела фаз: металл – металл
	Критический потенциал осаждения – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. потенциал электрода, при котором начинается осаждение на нем радионуклида 2. потенциал электрода, при котором начинается осаждение элемента 3. потенциал электрода, при котором начинается осаждение на нем металла

		4. потенциал электрода, при котором начинается осаждение на нем изотопа
	Уравнения, применяемые для расчета в электрохимических расчетах	1. уравнение Нернста 2. уравнение Нернста-Петерса 3. уравнение Роджера –Стеня 4. уравнение Менделеева-Клапейрона
	Методы, применяемы для выделения и разделения радионуклидов:	1. цементации 2. электролиза 3. электромиграции 4. осаждения

Пример типового экзаменационного билета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ
Дисциплина "Радиохимия и технология изотопов", направление 18.05.01

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Объекты исследования в радиохимии и их особенности.
2. Классификация процессов жидкостной экстракции по типу экстрагента. Факторы, влияющие на эффективность экстракционного извлечения и разделения.
3. Вычислите максимальную энергию частиц, испускаемых при распаде свободного нейтрона. Массы покоя нейтрона и протия ^1H равны 1,008664967 и 1,007825036 а.е.м., соответственно. Энергетический эквивалент 1 а.е.м. принять равным 931501 кэВ.

Одобрено на заседании кафедры " " _____ 20__ г, протокол №

Зав. кафедрой _____ Павленко В.И.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания (ПК-2)	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения (ПК-2)	Полнота выполненного задания
	Умения использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач
Навыки (ПК-2)	Владет навыками применения основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции, соосаждения при планировании работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач;
	Владение методами анализа по результатам контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, но допускает неточности формулировок. Допускает неточности при определении состояния атомов, образующихся при ядерных превращениях.	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, но допускает неточности формулировок. Излагает основные понятия, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях.	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, но допускает неточности формулировок, может корректно сформулировать их самостоятельно. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает ос-

				новные понятия радиохимии, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях.
Знание основных закономерностей соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве	Знает основные закономерности процессов адсорбции, экстракции и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве соотношения, принципы построения знаний, но не может их использовать для решения задач	Знает основные закономерности процессов адсорбции, экстракции и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве; принципы осуществления радиохимических процессов, законы радиохимии, но допускает незначительные ошибки	Знает основные закономерности процессов адсорбции, экстракции и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве; принципы осуществления радиохимических процессов, законы радиохимии, знает состояние радиоактивных элементов в жидкой, твердой и газовой фазах; основные свойства ядер, химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не в полном объеме	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности. Неверно излагает и интерпретирует знания	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности. Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Излагает знания без нарушений в логической последовательности. Грамотно и по существу излагает знания	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя. Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания	Не умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; определять количественные характеристики экстракционного выделения и разделения; рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; определять количественные характеристики экстракционного выделения и разделения.	Квалифицированно и без ошибок может использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; умеет определять количественные характеристики экстракционного выделения и разделения; умеет рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации, ионном обмене или жидкостной экстракции
<ul style="list-style-type: none"> Умение использование знаний о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач 	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Умеет сравнивать и сопоставлять полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет навыками применения основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции,	Не владеет навыками применения основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции, соосаждения при	Владеет навыками применения основных закономерностей процессов адсорбции при планировании	Владеет навыками применения основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции, сооса-	Владеет навыками применения основных закономерностей процессов адсорбции, экстракции, соосаждения при планировании

соосаждения при планировании работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач	планировании работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач	работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач	ждения при планировании работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач, допуская небольшие неточности	работы по организации контроля безопасности при решении профессиональных задач
Владение методами анализа по результатам контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению	Не владеет методами анализа по результатам контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению	Владеет методами анализа по результатам контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению, допуская много неточностей и ошибок	Владеет методами анализа по результатам контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению, допуская небольшие неточности	Владеет методами анализа по результатам контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разработки мероприятия по её улучшению

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2.	Учебная аудитория для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, компьютер, экран с электроприводом, информационные стенды для проведения лекционных занятий.
3.	Методический кабинет	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер
4.	Учебные химические лаборатории	Лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильный шкаф, термостат, аналитические весы, электролизер, электрические плитки, фотоколориметр, рН-метр

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Бекман И.Н. Радиохимия: учебник и практикум для академического бакалавриата, студентов вузов, обучающихся по естественно-научным направлениям и специальностям. Т.1. Фундаментальная радиохимия / И. Н. Бекман. - Москва: Юрайт, 2017. - 472 с. ISBN 978-5-534-04180-4
2. Бекман И.Н. Радиохимия: учебник и практикум для академического бакалавриата, студентов вузов, обучающихся по естественно-научным направлениям и специальностям. Т.2. Прикладная радиохимия / И. Н. Бекман. - Москва: Юрайт, 2017. - 388 с. ISBN 978-5-534-04182-8
3. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017. - 407 с.- ISBN 978-5-534-00441-0
4. Практикум "Основы радиохимии и радиоэкологии". Под редакцией М.И. Афанасова, М.: Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008, 90с.
5. Бекман И.Н. Радиохимия в 2-х томах. Том 1. Фундаментальная радиохимия. М.: Изд-во Юрайт, 2014, 473с.
6. Давыдов Ю.П. Основы радиохимии: учебн. Пособие.- Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 317 с. ISBN 978-985-06-2395-9

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Book On Lime»: <https://bookonline.ru/>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
7. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
8. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
9. Электронная библиотека БГАУ им. В.Я. Горина: <http://lib.belgau.edu.ru/>
10. <http://profbeckman.narod.ru/RR0.htm>
11. <http://www.chemport.ru/radiochemistry.shtml>
12. И.Н. Бекман. Радиохимия. Курс лекций. МГУ, 2006г. Электронный учебник. umar.narod.ru.