

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


УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
Ястребинский Р.Н.
« 17 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Химия и технология редких и благородных металлов

направление 18.05.02 – Химическая технология материалов современной
энергетики

Специализация 18.05.02-06 – Ядерная и радиационная безопасность на объектах
использования ядерной энергетики

Квалификация
инженер

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 специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 913

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

Составитель (составители):

канд. хим. наук, профессор


(ученая степень и звание, подпись)

(Л.В. Денисова)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:


(ученая степень и звание, подпись)

(В.И. Павленко)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Теоретической и прикладной химии

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:


(ученая степень и звание, подпись)

(В.И. Павленко)
(инициалы, фамилия)

« 13 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 11 2021 г., протокол № 9

Председатель


(ученая степень и звание, подпись)

(Л.А. Порожнюк)
(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-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.	ПК-1.1. Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия об радиоактивности, ядерных реакциях; • классификацию редких, редкоземельных и тугоплавких элементов; • особенности объектов исследования радиохимии; методы количественного определения радиоактивных нуклидов; • химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях; • свойства радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; • общую характеристику и свойства легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; • основные промышленные методы отделения элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; • определять количественные характеристики различных методов выделения и разделения элементов при решении профессиональных задач; • определять химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; • методами соосаждения, адсорбции; экстракции, электрохимическими, хроматографическими для определения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов; • методами отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция ПК-1** Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в специальность
2	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
3	Радиационно-защитное материаловедение
4	Законодательство в области использования атомной энергии
5	Основы научных исследований
6	Практические основы организации научно-исследовательской работы
7	Управление в чрезвычайных ситуациях
8	Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
9	Радиохимия
10	Химия и технология редких и благородных металлов
11	Учебная ознакомительная практика
12	Выполнение, подготовка и процедура защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ 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	2	3	4	5	6
1. Основные определения и понятия. Особенности объектов исследования в радиохимии					
	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.	4	2	-	10
2. Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях					
	Общие представления о поведении атомов, образующихся в результате ядерных превращений в составе молекулярных систем ("горячих" атомов или атомов отдачи). Образование атома отдачи; расчет энергии отдачи и энергии. Специфические методы концентрирования радиоактивных нуклидов.	4	2	-	6
3. Комплексообразование и комплексные соединения в растворах					
	Комплексные соединения. Координационное число. Устойчивость координационных соединений. Комплексы внутрисферные и внешнесферные. Константы образования, устойчивости. Нестойкости. Константы общие и ступенчатые. Методы определения констант. Внутриклеточные (хелатные) соединения. Лиганды. Дентатность лиганда. Монодентатные и полидентатные лиганды. Устойчивость внутриклеточных соединений. Размер хелатного цикла. Хелатный эффект. Комплексоны.	4	4	4	14
4. Химия и технология легких редких элементов					
	Общая характеристика свойств редких элементов первой и второй групп периодической системы. Закономерности изменения физических и химических свойств в первых группах. Состояние производства легких элементов и области их применения. Литий. Минералы, руды, месторождения лития. Основные химические свойства металла, оксида, гидроксида. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений. Бериллий. Руды и минералы бериллия. Свойства метал-	6	2	4	12

	ла, оксида, гидроксида. Химические аспекты старения гидроксида бериллия. Бериллаты. Характеристика важных в технологическом отношении соединений бериллия. Малорастворимые и комплексные соединения бериллия. Применение бериллия.				
5. Химия и технология редкоземельных элементов					
	<p>Положение редкоземельных элементов в периодической системе элементов. Области применения РЗЭ и их соединений. Состояние производства и перспективы развития редкометальной промышленности.</p> <p>Особенности заполнения 4f-подуровня и влияние их на свойства элементов (скандий, иттрий, лантан и лантаноиды: церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций). Возможные степени окисления РЗЭ. Физические и химические свойства лантаноидов, их оксидов, гидроксидов, пероксидных и других технологически важных соединений. Комплексные соединения лантаноидов с неорганическими и органическими лигандами. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ.</p> <p>Разделение редкоземельных элементов методами дробной кристаллизации и дробного осаждения. Соединения, используемые для разделения этими методами. Возможности ионного обмена и экстракции для разделения РЗЭ. Ионообменная хроматография.</p>	8	3	4	17
6. Химия и технология тугоплавких редких элементов					
	<p>Общая характеристика тугоплавких редких металлов, их положение в периодической системе. Использование титана, циркония, гафния в машиностроении, атомной энергетике и других областях. Состояние и перспективы производства тугоплавких металлов.</p> <p>Титан. Минералы, руды, месторождения титана. Методы вскрытия титановых минералов. Очистка от примесей. Получение металла и основных соединений. Свойства титана: металл, оксиды, гидроксиды, титанаты. Соли кислородных кислот и галоидные соединения титана.</p> <p>Цирконий и гафний. Вскрытие циркона и очистка раствора от примесей. Основные промышленные методы отделения циркония от гафния. Получение металла и основных соединений. Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды. Основные соединения, используемые в технологических процессах. Возможности разделения циркония и гафния.</p> <p>Химия ванадий. Физико-химические свойства. Галогениды, комплексные соединения.</p> <p>Ниобий и тантал. Соединения с кислородом. Галогениды. Комплексные соединения.</p> <p>Молибден и вольфрам. Руды и минералы молибдена и вольфрама. Окислы, кислоты, молибдаты и вольфраматы. Комплексные соединения молибдена и вольфрама.</p>	8	4	5	18
	ВСЕГО	34	17	17	71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр № 9				
1	Современные тенденции в построении периодической системы	Химические процессы при делении ядер; особенности α - и β -распада, испускание γ -квантов, закон радиоактивного распада, радиоактивные семейства, методы расчета активности в семействах	4	4
2	Химия и технология легких редких элементов	Химия и технология лития и бериллия	4	4
3	Химия и технология редкоземельных элементов	Химия редкоземельных соединений. Комплексные соединения. Методы разделения РЗЭ	5	5
4	Химия и технология тугоплавких редких элементов	Химия тугоплавких редких элементов (титан, цирконий, гафний, молибден и вольфрам)	4	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 № 9				
1.	Комплексообразование и комплексные соединения в растворах	Комплексные соединения.	4	4
2.	Химия и технология легких редких элементов	Химические свойства лития и бериллия. Методы определения и разделения.	4	4
3.	Химия и технология редкоземельных элементов	Химические свойства скандия и церия. Методы определения и разделения.	4	4
4	Химия и технология тугоплавких редких элементов	Химические свойства титана, циркония, гафния, молибдена и вольфрама. Методы определения и разделения.	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

Выполнение расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	Экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные определения и понятия. Особенности объектов исследования в радиохимии	Определение предмета радиохимии. Особенности объектов исследования радиохимии. Объекты исследования в радиохимии и их особенности. Понятия «радиоактивный элемент», «радиоактивный изотоп». Свойства радиоактивных изотопов. Количественные характеристики реакций изотопного обмена: степень обмена, константа равновесия, константа скорости, Методы их определения. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования. Объекты исследования в радиохимии. Особенности поведения ультрамалых количеств радиоактивных веществ в различных процессах. Ионодисперсное состояние радионуклидов в водных растворах. Математическая модель. Место и роль радиохимии в развитии науки и техники на современном этапе.
2	Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях	Истинное состояние микроколичеств радионуклидов в жидкой фазе: ионное и молекулярное. Методы исследования: метод носителей, методы определения состава и устойчивости комплексных ионов. Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях. Определение понятий «атом отдачи (горячий атом)», «энергия отдачи», «форма стабилизации атома

		<p>отдачи).</p> <p>Состояние микроколичеств радионуклидов в твердой и газовой фазе.</p> <p>Явление удержания в процессах с участием атомов, образующихся при ядерных превращениях. Получение.</p> <p>Определение естественных радионуклидов. Пределы обнаружения. Точность.</p> <p>Методы изотопного разбавления в радиоаналитической химии. Субстехиометрические варианты метода. Радиометрическое титрование.</p> <p>Классификация реакций изотопного обмена: идеальный и неидеальный изотопный обмен, гомогенный и гетерогенный изотопный обмен, простые и сложные реакции изотопного обмена.</p> <p>Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях. Определение понятий «атом отдачи (горячий атом)», «энергия отдачи», «форма стабилизации атома отдачи».</p> <p>Метод Сциларда – Чалмерса (эффект отдачи).</p> <p>Методы диализа и ультрафильтрации в исследовании состояния радионуклидов в водных растворах.</p>
3	Комплексообразование и комплексные соединения в растворах	<p>Комплексные соединения. Координационное число. Устойчивость комплексных соединений. Их классификация. Теория кристаллического поля.</p> <p>Комплексы внутрисферные и внешнесферные; константы образования, устойчивости, нестойкости; константы общие и ступенчатые; методы определения констант; внутрикомплексные (хелатные) соединения; лиганды; дентатность лиганда; монодентатные и полидентатные лиганды; устойчивость внутрикомплексных соединений; размер хелатного цикла; хелатный эффект; комплексоны.</p>
4	Химия и технология легких редких элементов	<p>Общая характеристика свойств редких элементов первой и второй групп периодической системы; закономерности изменения физических и химических свойств; роль легких редких элементов в народном хозяйстве, основные промышленные соединения; состояние производства легких элементов и области их применения. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространенности элементов в земной коре. Классификация редких элементов. Специфика их технологий. Значение редких элементов для народного хозяйства.</p> <p>Литий. Минералы, руды, месторождения лития. Основные химические свойства металла, оксида, гидроксида. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений. Физико-химические свойства лития и его основных соединений. Аналитическое определение.</p> <p>Бериллий. Руды и минералы бериллия. Свойства металла, оксида, гидроксида. Химические аспекты старения гидроксида бериллия. Бериллаты. Характеристика важных в технологическом отношении соединений бериллия. Малорастворимые и комплексные соединения бериллия. Применение бериллия. Физико-химические свойства бериллия. Основные области применения. Физико-химические свойства</p>

		<p>основных соединений бериллия. Оксиды, гидроксиды, галогениды. Аналитическая химия бериллия.</p> <p>Напишите отличительные особенности лития от его аналогов.</p>
5	Химия и технология редкоземельных элементов	<p>Положение редкоземельных элементов в периодической системе элементов; области применения РЗЭ и их соединений; состояние производства и перспективы развития редкометальной промышленности. Особенности заполнения 4f-подуровня и влияние их на свойства элементов. Возможные степени окисления РЗЭ. Физические и химические свойства лантаноидов, их оксидов, гидроксидов, пероксидных и других технологически важных соединений. Комплексные соединения лантаноидов с неорганическими и органическими лигандами. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ. Разделение редкоземельных элементов методами дробной кристаллизации и дробного осаждения. Соединения, используемые для разделения этими методами. Возможности ионного обмена и экстракции для разделения РЗЭ. Ионообменная хроматография.</p> <p>Основные свойства РЗЭ. Их оксиды и гидроксиды. Применение РЗЭ. Химические свойства оксидов и гидроксидов РЗЭ. Изменение силы оснований в ряду лантаноидов. Аналитическая характеристика. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ. Галогениды.</p> <p>Разделение РЗЭ методом дробного осаждения и кристаллизации. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии и экстракции. Разделение РЗЭ методом окисления-восстановления.</p> <p>Титан. Физико-химические свойства титана. Основные области применения. Аналитическое определение титана. Химические свойства оксидов и гидроксидов титана. Галогениды. Перекисные соединения.</p> <p>Скандий. Физико-химические свойства. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот. Галогениды.</p>
6	Химия и технология тугоплавких редких элементов	<p>Общая характеристика тугоплавких редких металлов, их положение в периодической системе; использование титана, циркония, гафния в машиностроении, атомной энергетике и других областях; состояние и перспективы производства тугоплавких металлов. Титан. Минералы, руды, месторождения титана. Методы вскрытия титановых минералов. Очистка от примесей. Получение металла и основных соединений.</p> <p>Цирконий и гафний. Вскрытие циркона и очистка раствора от примесей. Основные промышленные методы отделения циркония от гафния. Получение металла и основных соединений. Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды. Основные соединения, используемые в технологических процессах. Возможности разделения циркония и гафния. Основные области применения. Аналитическое определение циркония и гафния.</p> <p>Химические свойства оксидов и гидроксидов циркония и гафния. Галогениды.</p> <p>Химия ванадий. Физико-химические свойства. Галогениды,</p>

		<p>комплексные соединения.</p> <p>Ниобий и тантал. Физико-химические свойства ниобия и тантала. Комплексные соединения. Соединения ниобия и тантала с кислородом. Галогениды. Аналитическое определение. Соединения с кислородом. Галогениды. Комплексные соединения. Аналитическая химия V группы.</p> <p>Молибден и вольфрам. Руды и минералы молибдена и вольфрама. Окислы, кислоты, молибдаты и вольфраматы. Комплексные соединения молибдена и вольфрама. Аналитическое определение.</p> <p>Физико-химические свойства молибдена и вольфрама. Основные области применения. Аналитическое определение.</p> <p>Свойства оксидов и кислот молибдена и вольфрама. Физико-химические свойства ванадия. Его основные соединения.</p>
--	--	---

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	Основные определения и понятия. Особенности объектов исследования в радиохимии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение предмета радиохимии. Особенности объектов исследования радиохимии. 2. Определение термина «состояние» радионуклидов в различных средах. Общая характеристика состояние радионуклидов в жидкой, газовой и твердой фазах. 3. Химические процессы при делении ядер; особенности α- и β-распада, испускание γ-квантов, закон радиоактивного распада, радиоактивные семейства, методы расчета активности в семействах
2	Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение радиоактивных изотопов. 2. Расчет времени облучения. 3. Методы выделения радионуклидов из облученных мишеней. 4. Классификация реакций изотопного обмена: идеальный и неидеальный изотопный обмен, гомогенный и гетерогенный изотопный обмен, простые и сложные реакции изотопного обмена.

3	Химия и технология легких редких элементов	<ol style="list-style-type: none"> 1. При восстановлении 10 г оксида получили 8,456 г металла. Какой это металл, если он двухвалентный? 2. Написать реакции получения Li_2O из LiCl. 3. Предложить схему разделения смеси LiNO_3 и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и выделить литий в виде карбоната. → 4. Осуществите превращения: $(\text{BeOH})_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BeSO}_4 \rightarrow \text{Be}$ 5. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений. 6. Бериллий. Руды и минералы бериллия. Свойства металла, оксида, гидроксида.
4	Химия и технология редкоземельных элементов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как изменяются основные свойства гидроксидов редкоземельных элементов в ряду La–Lu? 2. Для каких редкоземельных элементов свойственна степень окисления +2? Почему? 3. На чем основано экстракционное разделение редкоземельных элементов? 4. Опишите метод разделения редкоземельных элементов методом образования амальгам. 5. Какие процессы будут протекать при прокаливании влажного осадка $\text{Nd}(\text{OH})_3$ и $\text{Sm}(\text{OH})_3$? 6. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ.
5	Химия и технология тугоплавких редких элементов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химия тугоплавких редких элементов (титан, цирконий, гафний, молибден и вольфрам) 2. Свойства титана: металл, оксиды, гидроксиды, титанаты. 3. Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды. 4. Комплексные соединения молибдена и вольфрама. 5. Химия ванадий. Физико-химические свойства. 6. Комплексные соединения. Ниобия и тантала.
Лабораторные занятия		
1.	Комплексообразование и комплексные соединения в растворах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплексные соединения, их строение. Основные положения координационной теории. Координационное число. Устойчивость комплексных соединений. 2. Номенклатура и классификация комплексных соединений. 3. Получение и способы разрушения комплексных соединений. 4. Напишите координационные формулы следующих комплексных соединений: а) дицианоаргентат калия, б) гексанитритокобальтат (III) калия, в) хлорид гексаамминникеля (II). Приведите выражения для констант нестойкости этих комплексов. 5. Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения взаимодействия следующих соединений: $\text{AgCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{CuSO}_4 \rightarrow$. 6. Сколько граммов нитрата серебра необходимо для осаждения хлора, содержащегося в 0,3 л 0,01 н. раствора соли $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Координационное число хрома равно 6. 7. Составьте формулы комплексных соединений железа (III) с ионами NO_2^-, SCN^- и молекулами NH_3, H_2O в качестве лигандов. Координационное число Fe^{3+} равно 6. Дайте название полученным комплексным соединениям и приведите уравнения их диссоциации.

2.	Химия и технология легких редких элементов	<p>1. Химические свойства лития и бериллия. Методы определения и разделения.</p> <p>2. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространенности элементов в земной коре.</p> <p>3. Классификация редких элементов. Специфика их технологий.</p> <p>3. Определение понятия «редкий элемент». Значение редких элементов для народного хозяйства.</p> <p>4. Физико-химические свойства бериллия. Основные области применения.</p> <p>5. Физико-химические свойства основных соединений бериллия. Оксиды, гидроксиды, галогениды. Аналитическая химия бериллия.</p> <p>6. Предложите схему разделения смеси и выделите бериллий в виде карбоната: $\text{BeSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$</p> <p>7. Чем объясняется близость свойств алюминия и бериллия? Разделите смесь $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Be}(\text{OH})_2$.</p> <p>8. Осуществите превращения: $(\text{BeOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{BeO}$</p> <p>9. При восстановлении 10 г оксида получили 8,456 г металла. Какой это металл, если он двухвалентный?</p>
3.	Химия и технология редкоземельных элементов	<p>1. Химические свойства скандия и церия. Методы определения и разделения.</p> <p>2. Химические свойства оксидов и гидроксидов РЗЭ. Изменение силы оснований в ряду лантаноидов. Аналитическая характеристика</p> <p>3. Основные свойства РЗЭ. Их оксиды и гидроксиды. Применение РЗЭ.</p> <p>4. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ. Галогениды.</p> <p>5. Разделение РЗЭ методом дробного осаждения и кристаллизации.</p> <p>6. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии и экстракции.</p> <p>Разделение РЗЭ методом окисления-восстановления.</p> <p>7. Осуществите превращения $\text{La}_2\text{O} \rightarrow \text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \rightarrow \text{KLa}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{LaCl}_3 \rightarrow \text{LaF}_3$.</p> <p>8. К раствору ΣРЗЭ добавили избыток реагента. Если возможно выделение малорастворимых соединений, то какими элементами будет обогащена твердая фаза $\text{Ln}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$?</p> <p>9. Изобразите и поясните кривые вымывания смеси ($\text{La}^{3+} + \text{Nd}^{3+} + \text{Gd}^{3+}$) при хроматографическом разделении, если десорбент НТА.</p> <p>10. Опишите метод разделения РЗЭ методом образования амальгам.</p>

4.	Химия и технология тугоплавких редких элементов	<p>1. Химические свойства титана, циркония, гафния, молибдена и вольфрама. Методы определения и разделения.</p> <p>2. Физико-химические свойства титана. Основные области применения. Аналитическое определение титана.</p> <p>3. Химические свойства оксидов и гидроксидов титана. Галогениды. Перекисные соединения.</p> <p>4. Физико-химические свойства циркония и гафния. Основные области применения. Аналитическое определение циркония и гафния.</p> <p>5. Химические свойства оксидов и гидроксидов циркония и гафния. Галогениды.</p> <p>6. Физико-химические свойства молибдена и вольфрама. Основные области применения. Аналитическое определение.</p> <p>7. Свойства оксидов и кислот молибдена и вольфрама.</p> <p>8. Физико-химические свойства ванадия. Его основные соединения.</p> <p>9. Закончите возможные реакции $\text{Mo} + \text{NaOH}_{\text{раствор}} \rightarrow$; $\text{MoO}_3 + \text{HF} \rightarrow$; $\text{W} + \text{HCl} \rightarrow$; $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; $\text{Hf} + \text{HCl} \rightarrow$; $\text{Zr} + \text{KOH}_{\text{раствор}} \rightarrow$; $\text{Mo} \rightarrow \text{MoOF}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4$; $\text{VCl}_3 \rightarrow \text{VOCl} \rightarrow \text{VO} \rightarrow \text{V}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{V}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{V}(\text{OH})_3$ $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 \rightarrow \text{ZrO}_2 \rightarrow \text{ZrCl}_4 \rightarrow \text{ZrOCl}_2 \rightarrow \text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zr}(\text{SO}_4)_2$</p> <p>10. Расположите оксиды в порядке увеличения их устойчивости к окислению. Получите один оксид из другого: TiO, TiO_2, Ti_2O_3.</p>
----	---	--

Пример типового экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИ-
 ТЕТ
 ИМ. В.Г. ШУХОВА

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ
 Дисциплина "Химия и технология редких и благородных металлов",
 направление 18.05.01

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространенности элементов в земной коре.
2. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ. Галогениды.
3. Предложить схему разделения смеси LiNO_3 и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и выделить литий в виде карбоната

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	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Умение справляться с задачами, вопросами и другими видами применения знаний
	Умение обосновывать принятое решение при видоизменении заданий
	Умение применять теорию при решении практических заданий
	Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий
	Навыки теоретического и экспериментального исследований
	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента

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, может корректно сформулировать их самостоятельно. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает природу и сущность явлений и про-

				<p>цессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях.</p> <p>Знает общую характеристику и свойства легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами</p>
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; общую характеристику и свойства легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами, но допускает незначительные ошибки	Знает основные закономерности процессов адсорбции, экстракции и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве; принципы осуществления радиохимических процессов; знает общую характеристику и свойства легких редких, редкоземельных и тугоплавких при обращении с ядерными материалами; 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 выполнения задания	Не умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; определять количественные характеристики экстракционного выделения и разделения	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, о свойствах легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; 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 свойства легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; количественные характеристики экстракционного выделения и разделения
Умение справляться с задачами, вопросами и другими видами заданий применения знаний	Не справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	Допускает небольшие замечания при выполнении простейших задач, вопросов и других видов заданий	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими и повышенной сложности задачами, вопросами и другими видами заданий
Умение обосновывать принятое решение при	Не может предложить решение при видоизменении заданий	Допускает ошибки при обосновании принятого решения при видоизменении заданий	Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий, до-	Грамотно и аргументировано может обосновать принятое решение

видоизменения заданий		менении заданий	пуская незначительные ошибки	при видоизменении заданий
Умение применять теорию при решении практических заданий	Не знает теорию и не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, но не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, умеет ее применять при решении практических заданий, допуская незначительные ошибки	Знает и грамотно применяет теорию при решении практических заданий
Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	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
Выбор методики выполнения задания	Не владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; методами соосаждения, адсорбции; экстракции, электрохимическими, хроматографическими для определения легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; навыками теоретического и экспериментального исследований для выполнения полученного задания	Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами	Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; методами соосаждения, адсорбции; экстракции, электрохимическими, хроматографическими для определения радиоактивных соединений	Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами; методами соосаждения, адсорбции; экстракции, электрохимическими, хроматографическими для определения радиоактивных соединений; навыками теоретического и экспериментального исследований для выполнения полученного задания
Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Не владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из интернет-источников	Владеет приемами поиска информации из учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
Анализ и обоснование результатов выполненных заданий	Не владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выпол-	Владеет навыками по анализу, но не может обосно-	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов вы-	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных

даний	ненных заданий	вать результаты выполненных заданий	полненных заданий, допуская незначительные ошибки	заданий
Навыки теоретического и экспериментального исследований	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований	Владеет навыками теоретического исследования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований
Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента	Не владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента	Владеет навыками планирования и постановки, без обработки результатов эксперимента	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента

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
	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, УК № 2, № 325	Специализированная мебель, компьютер, проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды для проведения лекционных занятий.
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Персональные компьютеры под управлением ОС Windows, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий УК № 2, № 301	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер, лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильный шкаф, термостат, аналитические весы, электролизер, электрические плитки, рН-метр, информационные стенды, лабораторная посуда.
	Компьютерный класс кафедры для проведения практических занятий УК 2 № 327	Специализированная мебель. Персональные компьютеры под управлением ОС Windows, компьютерная техника, демонстрационный экран, диапроектор, плакаты, схемы, слайды

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№ п/п	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 19.08.2022г.
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. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>
2. Химический каталог: <http://www.ximicat.com/>
3. Химический портал ChemPort.Ru: <http://www.chemport.ru>
4. Сайт о химии ХиМиК: <http://www.xumuk.ru/>
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
7. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «Book On Lime»: <https://bookonline.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
11. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
12. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
13. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>
14. Электронная библиотека БГАУ им. В.Я. Горина: <http://lib.belgau.edu.ru/>
15. <http://profbeckman.narod.ru/RR0.htm>
16. <http://www.chemport.ru/radiochemistry.shtml>
17. И.Н. Бекман. Радиохимия. Курс лекций. МГУ, 2006г. Электронный учебник. umar.narod.ru.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО