

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  (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 » мая 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-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>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> основных понятий радиоактивности, ядерных реакциях, свойств, общей характеристики и классификации редких, редкоземельных и тугоплавких элементов 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 методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами; использование методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач

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. 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. Внутрикмплексные (хелатные) соединения. Лиганды. Дентатность лиганда. Монодентатные и полидентатные лиганды. Устойчивость внутрикмплексных 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 металла, оксида, гидроксида. Химические аспекты старения гидроксида бериллия. Бериллаты. Характеристика важных в технологическом отношении соединений бериллия. Малорастворимые и комплексные соединения бериллия. Применение бериллия.	6	2	4	12
5. Химия и технология редкоземельных элементов				
Положение редкоземельных элементов в периодической системе элементов. Области применения РЗЭ и их соединений. Состояние производства и перспективы развития редкометальной промышленности. Особенности заполнения 4 f-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. 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	8	3	4	17

6. Химия и технология тугоплавких редких элементов					
	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. Свойства титана: металл, оксиды, гидроксиды, титанаты. Соли кислородных кислот и галоидные соединения титана. 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. Химия ванадий. Физико-химические свойства. Галогениды, комплексные соединения. Ниобий и тантал. Соединения с кислородом. Галогениды. Комплексные соединения. Молибден и вольфрам. Руды и минералы молибдена и вольфрама. Окислы, кислоты, молибдаты и вольфраматы. Комплексные соединения молибдена и вольфрама	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 (ПК-1)	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 (ПК-1)	Химия и технология лития и бериллия	4	4
3.	Химия и технология редкоземельных элементов (ПК-1)	Химия редкоземельных соединений. Комплексные соединения. Методы разделения РЗЭ	5	5
4.	Химия и технология тугоплавких редких элементов (ПК-1)	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 (ПК-1)	Получение и химические свойства комплексных соединений	4	4
2.	Химия и технология легких редких элементов (ПК-1)	Химические свойства лития и бериллия. Методы определения и разделения.	4	4
3.	Химия и технология редкоземельных элементов (ПК-1)	Химические свойства скандия и церия. Методы определения и разделения	4	4
4.	Химия и технология тугоплавких редких элементов (ПК-1)	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, защита лабораторных работ, разноуровневые задачи, тесты, собеседование

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Промежуточная аттестация в конце 9 семестра осуществляется в форме экзамена после изучения всех разделов дисциплины «Радиохимия». К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования, предъявляемые к изучению дисциплины: выполнение и защита лабораторных работ.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Основные определения и понятия. Особенности объектов исследования в радиохимии (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none">1. Определение предмета радиохимии. Особенности объектов исследования радиохимии.2. Объекты исследования в радиохимии и их особенности.3. Понятия «радиоактивный элемент», «радиоактивный изотоп». Свойства радиоактивных изотопов.4. Количественные характеристики реакций изотопного обмена: степень обмена, константа равновесия, константа скорости, Методы их определения.5. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования.6. Метод меченых атомов. Стабильные и радиоактивные индикаторы. Достоинства и недостатки метода. Примеры использования.7. Объекты исследования в радиохимии. Особенности поведения ультрамалых количеств радиоактивных веществ в различных процессах.8. Ионодисперсное состояние радионуклидов в водных растворах. Математическая модель.9. Место и роль радиохимии в развитии науки и техники на современном этапе.
2.	Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none">1. Истинное состояние микроколичеств радионуклидов в жидкой фазе: ионное и молекулярное.2. Методы исследования: метод носителей, методы определения состава и устойчивости комплексных ионов.3. Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях.4. Определение понятий «атом отдачи (горячий атом)», «энергия отдачи», «форма стабилизации атома отдачи».5. Состояние микроколичеств радионуклидов в твердой и газовой фазе.6. Явление удержания в процессах с участием атомов, образующихся при ядерных превращениях. Получение.7. Определение естественных радионуклидов. Пределы обнаружения. Точность.8. Методы изотопного разбавления в радиоаналитической химии. Субстехиометрические варианты метода.9. Радиометрическое титрование.10. Классификация реакций изотопного обмена: идеальный и неидеальный изотопный обмен, гомогенный и гетерогенный изотопный обмен, простые и сложные реакции изо-

		<p>топного обмена.</p> <p>11. Метод Сциларда – Чалмерса (эффект отдачи).</p> <p>12. Методы диализа и ультрафильтрации в исследовании состояния радионуклидов в водных растворах</p>
3.	Комплексообразование и комплексные соединения в раствора (ПК-1)	<p>1. Комплексные соединения. Координационное число. Устойчивость комплексных соединений. Их классификация.</p> <p>2. Теория кристаллического поля.</p> <p>3. 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.</p>
4.	Химия и технология легких редких элементов (ПК-1)	<p>1. 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.</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. Значение редких элементов для народного хозяйства.</p> <p>4. Литий. Минералы, руды, месторождения лития. Основные химические свойства металла, оксида, гидроксида.</p> <p>5. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений. Физико-химические свойства лития и его основных соединений. Аналитическое определение.</p> <p>6. Бериллий. Руды и минералы бериллия. Свойства металла, оксида, гидроксида. Химические аспекты старения гидроксида бериллия. Бериллаты. Характеристика важных в технологическом отношении соединений бериллия. Применение бериллия. Физико-химические свойства бериллия. Основные области применения. Физико-химические свойства основных соединений бериллия. Оксиды, гидроксиды, галогениды. Аналитическая химия бериллия. Напишите отличительные особенности лития от его аналогов.</p>
5.	Химия и технология редкоземельных элементов (ПК-1)	<p>1. Положение редкоземельных элементов в периодической системе элементов; области применения РЗЭ и их соединений; состояние производства и перспективы развития редкометалльной промышленности.</p> <p>2. Особенности заполнения 4f-подуровня и влияние их на свойства элементов. Возможные степени окисления РЗЭ.</p> <p>3. Физические и химические свойства лантаноидов, их оксидов, гидроксидов, пероксидных и других технологически важных соединений.</p> <p>4. Комплексные соединения лантаноидов с неорганическими и органическими лигандами.</p> <p>5. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ.</p>

		<p>6. Разделение редкоземельных элементов методами дробной кристаллизации и дробного осаждения.</p> <p>7. Соединения, используемые для разделения этими методами. Возможности ионного обмена и экстракции для разделения РЗЭ.</p> <p>8. Ионообменная хроматография. Основные свойства РЗЭ. Их оксиды и гидроксиды. Применение РЗЭ. Химические свойства оксидов и гидроксидов РЗЭ.</p> <p>9. Изменение силы оснований в ряду лантаноидов. Аналитическая характеристика.</p> <p>10. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ. Галогениды. Разделение РЗЭ методом дробного осаждения и кристаллизации.</p> <p>11. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии и экстракции.</p> <p>12. Разделение РЗЭ методом окисления-восстановления.</p> <p>13. Титан. Физико-химические свойства титана. Основные области применения. Аналитическое определение титана.</p> <p>14. Химические свойства оксидов и гидроксидов титана. Галогениды. Перекисные соединения.</p> <p>15. Скандий. Физико-химические свойства. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот. Галогениды.</p>
6.	Химия и технология тугоплавких редких элементов (ПК-1)	<p>1. 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>2. Титан. Минералы, руды, месторождения титана. Методы вскрытия титановых минералов. Очистка от примесей. Получение металла и основных соединений.</p> <p>3. Цирконий и гафний. Вскрытие циркона и очистка раствора от примесей. Основные промышленные методы отделения циркония от гафния. Основные соединения, используемые в технологических процессах. Возможности разделения циркония и гафния. Основные области применения. Аналитическое определение циркония и гафния. Химические свойства оксидов и гидроксидов циркония и гафния. Галогениды.</p> <p>4. Химия ванадий. Физико-химические свойства. Галогениды, комплексные соединения. 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>5. Молибден и вольфрам. Руды и минералы молибдена и вольфрама. Окислы, кислоты, молибдаты и вольфраматы. Комплексные соединения молибдена и вольфрама. Аналитическое определение. Физико-химические свойства молибдена и вольфрама. Основные области применения. Аналитическое определение. 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 семестра в форме защиты лабораторных работ, решение задач по каждой теме на практических занятиях. Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проверяет оформление лабораторных работ; на практических занятиях преподаватель проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала по данной теме и проводит разбор задач.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Химия и технология редких и благородных металлов».

Типовые вопросы 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 (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none">1. Определение предмета радиохимии. Особенности объектов исследования радиохимии.2. Специфические особенности объектов исследования радиохимии.3. Определение термина «состояние» радионуклидов в различных средах. Общая характеристика состояние радионуклидов в жидкой, газовой и твердой фазах.4. Химические процессы при делении ядер; особенности α- и β-распада, испускание γ-квантов, закон радиоактивного распада, радиоактивные семейства, методы расчета активности в семействах.5. Основы экспериментальных методов исследования реакций изотопного обмена.6. Специфика методов количественного определения радиоактивных нуклидов.7. Краткий исторический обзор развития радиохимии.8. Место и роль радиохимии в развитии науки и техники на современном этапе.
2.	Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях (ПК-1)	<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 (ПК-1)	<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 (ПК-1)	<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 (ПК-1)	<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.	<p>Комплексообразование и комплексные соединения в растворах (ПК-1)</p> <p>Лабораторная работа № 1 «Получение и химические свойства комплексных соединений»</p>	<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.	<p>Химия и технология легких редких элементов (ПК-1)</p> <p>Лабораторная работа № 2 «Химические свойства лития и бериллия. Методы определения и разделения»</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химические свойства лития и бериллия. Методы определения и разделения. 2. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространенности элементов в земной коре. 3. Классификация редких элементов. Специфика их технологий. 4. Определение понятия «редкий элемент». Значение редких элементов для народного хозяйства. 5. Физико-химические свойства бериллия. Основные области применения. 6. Физико-химические свойства основных соединений бериллия. Оксиды, гидроксиды, галогениды. Аналитическая химия бериллия. 7. Предложите схему разделения смеси и выделите бериллий в виде карбоната: $\text{BeSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 8. Чем объясняется близость свойств алюминия и бериллия? Разделите смесь $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Be}(\text{OH})_2$. 9. Осуществите превращения: $(\text{BeOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{BeO}$ 10. При восстановлении 10 г оксида получили 8,456 г металла. Какой это металл, если он двухвалентный?

3.	<p>Химия и технология редкоземельных элементов (ПК-1)</p> <p>Лабораторная работа № 3 «Химические свойства скандия и церия. Методы определения и разделения»</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химические свойства скандия и церия. Методы определения и разделения. 2. Химические свойства оксидов и гидроксидов РЗЭ. Изменение силы оснований в ряду лантаноидов. Аналитическая характеристика 3. Основные свойства РЗЭ. Их оксиды и гидроксиды. Применение РЗЭ. 4. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ. Галогениды. 5. Разделение РЗЭ методом дробного осаждения и кристаллизации. 6. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии и экстракции. Разделение РЗЭ методом окисления-восстановления. 7. Осуществите превращения $La_2O \rightarrow La_2(CO_3)_3 \rightarrow KLa(SO_4)_2 \rightarrow LaCl_3 \rightarrow LaF_3$. 8. К раствору ΣРЗЭ добавили избыток реагента. Если возможно выделение малорастворимых соединений, то какими элементами будет обогащена твердая фаза $Ln_2(SO_4)_3 + K_2SO_4$? 9. Изобразите и поясните кривые вымывания смеси ($La^{3+} + Nd^{3+} + Gd^{3+}$) при хроматографическом разделении, если десорбент НТА. 10. Опишите метод разделения РЗЭ методом образования амальгам
4	<p>Химия и технология тугоплавких редких элементов (ПК-1)</p> <p>Лабораторная работа № 4 «Химические свойства титана, циркония, гафния, молибдена и вольфрама. Методы определения и разделения»</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химические свойства титана, циркония, гафния, молибдена и вольфрама. Методы определения и разделения. 2. Физико-химические свойства титана. Основные области применения. Аналитическое определение титана. 3. Химические свойства оксидов и гидроксидов титана. Галогениды. Перекисные соединения. 4. Физико-химические свойства циркония и гафния. Основные области применения. Аналитическое определение циркония и гафния. 5. Химические свойства оксидов и гидроксидов циркония и гафния. Галогениды. 6. Физико-химические свойства молибдена и вольфрама. Основные области применения. Аналитическое определение. 7. Свойства оксидов и кислот молибдена и вольфрама. 8. Физико-химические свойства ванадия. Его основные соединения. 9. Закончите возможные реакции $Mo + NaOH_{раствор} \rightarrow$; $MoO_3 + HF \rightarrow$; $W + HCl \rightarrow$; $Nb_2O_5 + H_2O \rightarrow$; $Hf + HCl \rightarrow$; $Zr + KOH_{раствор} \rightarrow$; $Mo \rightarrow MoOF_4 \rightarrow H_2MoO_4$; $VCl_3 \rightarrow VOCl \rightarrow VO \rightarrow V(NO_3)_2 \rightarrow V(OH)_2 \rightarrow V(OH)_3$ $Zr(NO_3)_4 \rightarrow ZrO_2 \rightarrow ZrCl_4 \rightarrow ZrOCl_2 \rightarrow ZrO(NO_3)_2 \rightarrow Zr(SO_4)_2$ 10. Расположите оксиды в порядке увеличения их устойчивости к окислению. Получите один оксид из другого: TiO, TiO_2, Ti_2O_3.

Пример типового экзаменационного билета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространённости 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 " " _____ 202__ 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
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Умение использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач;
Навыки	Применение методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами;

Использование методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач

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 основные понятия радиохимии, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов 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	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; определять количественные характеристики экстракционного выделения и разделения
Умение обосновывать принятое решение при видоизменении заданий	Не умеет предложить решение при видоизменении заданий	Допускает ошибки при обосновании принятого решения при видоизменении заданий	Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано может обосновать принятое решение при видоизменении заданий
Умение использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	Не 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 без обобщения и выводов	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач, допуская незначительные ошибки	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<p>Применение методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами</p>	<p>Не владеет навыками применения методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами</p>	<p>Владеет навыками применения методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами</p>	<p>Владеет навыками применение методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами, но допускает незначительные ошибки</p>	<p>Владеет навыками применение методов отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве при планировании работы по организации контроля безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами</p>
<p>Использование методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач</p>	<p>Не владеет навыками использования методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач</p>	<p>Владеет частичными навыками использования методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач</p>	<p>Владеет навыками использования методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач, допуская незначительные ошибки</p>	<p>Владеет навыками использования методов электрохимических, хроматографических, соосаждения, адсорбции, экстракции для определения радиоактивных соединений при решении профессиональных задач</p>

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

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. Практикум "Основы радиохимии и радиоэкологии". Под редакцией М.И. Афанасова, М.: Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008, 90с.

4. Давыдов Ю.П. Основы радиохимии: учебн. Пособие.- Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 317 с. ISBN 978-985-06-2395-9

1.4. 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. umap.narod.ru.