

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

**«Утверждаю»**  
Директор химико-технологического  
института  
 Павленко В.И.  
« 17 » 05 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Химия и технология редких и благородных металлов

направление 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация – Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики

Квалификация (степень)  
инженер

Форма обучения  
Очная

Срок обучения  
5,5 лет

**Институт:** Химико-технологический институт

**Кафедра:** Теоретической и прикладной химии

Белгород – 2018

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.05.02 – «Химическая технология материалов современной энергетики» от 17.10.2016 г., № 1291.

- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по специальности подготовки 18.05.02 – «Химическая технология материалов современной энергетики», введенного в действие в 2018 году.

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

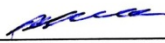
Составитель: к.х.н., доцент  Денисова Л.В.

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Теоретической и прикладной химии»

Заведующий кафедрой ТиПХ  
д. т.н., профессор  Павленко В. И.  
«14» 05 2018 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» 05 2018 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  Павленко В.И.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«15» 05 2018 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  Порожняк Л.А.

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию редких, редкоземельных и тугоплавких элементов»;</li> <li>- технологию производства редких, редкоземельных и тугоплавких элементов для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчеты по электроотрицательности элементов;</li> <li>- объяснять влияние степени окисления элементов на химические свойства элементов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа, расчета и выделения веществ, определения их состава.</li> </ul>
2	ПК-2	Способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химические и физические свойства элементов;</li> <li>- основные технологические стадии производства элементов;</li> <li>- основные промышленные методы отделения элементов друг от друга;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать устойчивость внутрикомплексных соединений;</li> <li>- производить расчет расходования сырья;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками теоретического и экспериментального исследований, способами обработки и интерпретации полученных данных.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Общая и неорганическая химия
2	Физика
3	Аналитическая химия
4	Экология
5	Физическая и коллоидная химия

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Аудиторные занятия, в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	57	57
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Современные тенденции в построении периодической системы</b>					
	<p>Понятие «редкий элемент», положение редких элементов в периодической системе. Классификация редких элементов. Исторические аспекты развития редкометальной промышленности. Специфика технологии производства редких элементов.</p> <p>Связь строения электронных оболочек со свойствами элементов и их соединений. Изменение физических и химических свойств элементов в периодах и группах. Периодичность изменения атомных и ионных радиусов, энергий ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности. Методы расчета электроотрицательности. Степень окисления элементов, влияние степени окисления элементов на химические свойства.</p>	2	4	-	8
<b>2. Комплексообразование и комплексные соединения в растворах</b>					
	<p>Комплексные соединения. Координационное число. Устойчивость координационных соединений. Комплексы внутрисферные и внешнесферные. Константы образования, устойчивости. Нестойкости. Константы общие и ступенчатые. Методы определения констант.</p> <p>Внутрикомплексные (хелатные) соединения. Лиганды. Дентатность лиганда. Монодентатные и полидентатные лиганды. Устойчивость внутрикомплексных соединений. Размер хелатного цикла. Хелатный эффект. Комплексоны.</p>	2	-	-	4
<b>3. Химия и технология легких редких элементов</b>					
	<p>Общая характеристика свойств редких элементов первой и второй групп периодической системы. Закономерности изменения физических и химических свойств в первых группах Роль легких редких элементов в народном хозяйстве, основные промышленные соединения. Состояние производства легких элементов и области их применения.</p>	3	6	-	12

	<p>Литий. Минералы, руды, месторождения лития. Основные химические свойства металла, оксида, гидроксида. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений.</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.</p>				
<b>4. Химия и технология редкоземельных элементов</b>					
	<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. 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>	4	6	-	12
<b>5. Химия и технология тугоплавких редких элементов</b>					
	<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. Малорастворимые соединения.</p> <p>Цирконий и гафний. Вскрытие циркона и очистка раствора от примесей. Основные промышленные методы отделения циркония от гафния. Получение металла и основных соединений.</p> <p>Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды. Основные соединения, используемые в технологических процессах. Возможности разделения цирко-</p>	6	12	-	21

	<p>ния и гафния.</p> <p>Химия ванадий. Физико-химические свойства. Галогениды, комплексные соединения.</p> <p>Ниобий и тантал. Соединения с кислородом. Галогениды. Комплексные соединения. Аналитическая химия V-ой 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>				
	ВСЕГО	17	34	-	57

#### 4.2. Перечень практических занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Современные тенденции в построении периодической системы	Контроль исходных знаний. Строение вещества. Электроотрицательность, степень окисления. Предсказание свойств соединений по их положению в периодической системе.	4	4
2	Химия и технология легких редких элементов	Химия и технология лития и бериллия	6	6
3		Контрольная работа № 1 «Химия легких редких элементов»	2	2
4	Химия и технология редкоземельных элементов	Химия редкоземельных соединений. Комплексные соединения. Методы разделения РЗЭ	6	6
5		Контрольная работа № 2 «Методы разделения РЗЭ»	2	2
6	Химия и технология тугоплавких редких элементов	Химия тугоплавких редких элементов (титан, цирконий, гафний, молибден и вольфрам)	12	12
7		Контрольная работа № 3 «Химия тугоплавких элементов»	2	2
Всего			34	34

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень типовых вопросов (типовых заданий)

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>1-я аттестация</b>		
1	Современные тенденции в построении периодической системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объясните порядок заполнения орбиталей <math>3s</math> <math>3p</math> <math>4s</math> <math>3d</math> <math>4p</math>.</li> <li>2. Напишите общую конфигурацию переходных элементов.</li> <li>3. Напишите отличительные особенности лития от его аналогов.</li> <li>4. Чем объясняется близость свойств алюминия и бериллия? Разделите смесь <math>Al(OH)_3</math> и <math>Be(OH)_2</math>.</li> <li>5. Предскажите изменение Кдис в ряду: <math>H_2O \rightarrow H_2S \rightarrow H_2Se \rightarrow H_2Te</math>.</li> <li>6. Сколько электронов на <math>d</math>-подуровне у ионов <math>Mn^{+2}</math>, <math>Co^{+3}</math>, <math>Zr^{+4}</math>?</li> </ol>
2	Химия и технология легких редких элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При восстановлении 10 г оксида получили 8,456 г металла. Какой это металл, если он двухвалентный?</li> <li>2. Написать реакции получения <math>Li_2O</math> из <math>LiCl</math>.</li> <li>3. Предложить схему разделения смеси <math>LiNO_3</math> и <math>Ba(NO_3)_2</math> и выделить литий в виде карбоната. <math>\rightarrow</math></li> <li>4. Осуществите превращения: <math>(BeOH)_2SO_4 \rightarrow BeSO_4 \rightarrow Be</math></li> </ol>
<b>2-я аттестация</b>		
3	Химия и технология редкоземельных элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как изменяются основные свойства гидроксидов редкоземельных элементов в ряду <math>La-Lu</math>?</li> <li>2. Для каких редкоземельных элементов свойственна степень окисления <math>+2</math>? Почему?</li> <li>3. На чем основано экстракционное разделение редкоземельных элементов?</li> <li>4. Опишите метод разделения редкоземельных элементов методом образования амальгам.</li> <li>5. Какие процессы будут протекать при прокаливании влажного осадка <math>Nd(OH)_3</math> и <math>Sm(OH)_3</math>?</li> </ol>

### 5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Курсовые проекты и курсовые работы при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.



### 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Выполнение ИДЗ или РГЗ при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

### 5.4. Перечень контрольных работ

#### Контрольная работа № 1

1. При восстановлении 10 г оксида получили 8,456 г металла. Какой это металл, если он двухвалентный?
2. Написать реакции получения  $\text{Li}_2\text{O}$  из  $\text{LiCl}$ .
3. Предложить схему разделения смеси  $\text{LiNO}_3$  и  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  и выделить литий в виде карбоната. →
4. Объяснить изменение температуры плавления в ряду:  
 $\text{LiCl} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{RbCl} \rightarrow \text{CsCl}$   
 $T_{\text{пл}}, \quad 614 \quad 801 \quad 776 \quad 717 \quad 616$
5. Предскажите изменение  $K_{\text{дис}}$  в ряду:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{Te}$ .
6. Сколько электронов на  $d$ -подуровне у ионов  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+3}$ ,  $\text{Zr}^{+4}$ ?
7. Напишите химические реакции превращения:  $\text{BeCl}_2 \rightarrow \text{Be}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{BeO}_2 \rightarrow \text{BeO}$
8. Предложите схему разделения смеси и выделите бериллий в виде карбоната:  
 $\text{BeSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
9. Объясните порядок заполнения орбиталей  $3s \ 3p \ 4s \ 3d \ 4p$ .
10. Напишите общую конфигурацию переходных элементов.
11. Напишите отличительные особенности лития от его аналогов.
12. Чем объясняется близость свойств алюминия и бериллия? Разделите смесь  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и  $\text{Be}(\text{OH})_2$ .
13. Осуществите превращения:  $(\text{BeOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{BeO}$

## Контрольная работа № 2

1. Разделите РЗЭ на 2 подгруппы: цериевую и иттриевую.
2. Как изменяются основные свойства гидроксидов РЗЭ в ряду La–Lu?
3. Для каких РЗЭ свойственна степень окисления +2? Почему?
4. Осуществите превращения  $\text{La}_2\text{O} \rightarrow \text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \rightarrow \text{KLa}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{LaCl}_3 \rightarrow \text{LaF}_3$ .
5. Какие процессы будут протекать при прокаливании влажного осадка  $\text{Nd}(\text{OH})_3$  и  $\text{Sm}(\text{OH})_3$ ?
6. К раствору  $\Sigma$ РЗЭ добавили избыток реагента. Если возможно выделение мало-растворимых соединений, то какими элементами будет обогащена твердая фаза  $\text{Ln}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ ?
7. Изобразите и поясните кривые вымывания смеси ( $\text{La}^{3+} + \text{Nd}^{3+} + \text{Gd}^{3+}$ ) при хроматографическом разделении, если десорбент НТА.
8. На чем основано экстракционное разделение РЗЭ?
9. Опишите метод разделения РЗЭ методом образования амальгам.

## Контрольная работа № 3

1. Напишите наиболее устойчивые степени окисления для элементов Hf, Nb, W. Объясните почему.
2. Чем объясняется близость свойств элементов 2–3 рядов переходных элементов?
3. Закончите возможные реакции  
 $\text{Mo} + \text{NaOH}_{\text{раствор}} \rightarrow$ ;  $\text{MoO}_3 + \text{HF} \rightarrow$ ;  $\text{W} + \text{HCl} \rightarrow$ ;  $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
 $\text{Hf} + \text{HCl} \rightarrow$ ;  $\text{Zr} + \text{KOH}_{\text{раствор}} \rightarrow$ .
4. Осуществите превращения  
 а)  $\text{Mo} \rightarrow \text{MoOF}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4$   
 б)  $\text{VCl}_3 \rightarrow \text{VOCl} \rightarrow \text{VO} \rightarrow \text{V}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{V}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{V}(\text{OH})_3$   
 в)  $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 \rightarrow \text{ZrCl}_4 \rightarrow \text{ZrOCl}_2 \rightarrow \text{ZrO}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zr}(\text{SO}_4)_2$
5. Расположите оксиды в порядке усиления их основных свойств  $\text{VO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$ ,  $\text{VO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ .
6. Напишите общую формулу  
 - цирконатов (для щелочных металлов);  
 - ванадатов;  
 - ванадила.
7. Расположите оксиды в порядке увеличения их устойчивости к окислению. Получите один оксид из другого:  $\text{TiO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ .
8. Как в ряду Ti–Zr–Hf изменяется устойчивость высшей степени окисления? Почему?
9. Как в ряду  $\text{Ti}^{4+}$ – $\text{Ti}^{3+}$ – $\text{Ti}^{2+}$  изменяется склонность к гидролизу? Почему?

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Матюха В.А., Жиганов А.Н. Оксалаты переходных элементов (синтез, кристаллическая структура, термолиз). – М.: ИздАт, 2012. – 592 с.
2. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология: в 3-х кн. : учебник / С. С. Коровин, В. И. Букин, П. И. Федоров. А. М. Резник. – М.: МИСиС, 2003 – . Кн. 3. – 2003. – 439 с. – ISBN 5-87623-014-6: 334.
3. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. / Н.Л. Глинка; Под ред. А.И. Ермакова. – 30-е изд., исправ. – М: Интеграл-пресс, 2007. – 728 с.
4. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н. С. Ахметов. – СПб.; Москва; Краснодар: Лань, 2014. – 743 с.
5. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс]: учебник. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. — 744 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50684](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684)
6. Глинка, Н. Л. Общая химия [Электронный ресурс]: учеб. для студентов нехим. специальностей вузов / Н. Л. Глинка ; ред.: В. А. Попков, А. В. Бабков. - 18-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М.: Юрайт, 2011. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8264>

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Химия и технология редких и рассеянных элементов: в 3-х ч. / Под ред. К.А. Большакова. – М.: Высшая школа, – 1976. – Ч. 1-3.
2. Портной, К. И. Кислородные соединения редкоземельных элементов: справочник / К. И. Портной, Н. И. Тимофеева. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
3. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Основы неорганической химии. – М.: Мир, 1979. – 669 с.

### 6.3. Перечень интернет-ресурсов

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. Сайт НеХудожественная Литература NeHudLit: <http://www.nehudlit.ru/books/subcat352.html>
6. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для проведения **лекционных** занятий необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер), комплект электронных презентаций (лаб. 325, кафедра ТиПХ); **практических** занятий – компьютерный класс, специализированное ПО (лаб. 327, кафедра ТиПХ).

Для проверки контроля знаний студентов по всем разделам дисциплины проводится тестирование в компьютерном классе кафедры (лаб. 327) по тестам, утвержденные на заседании кафедры.

**8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ И ГРАФИКА РАБОТЫ  
СТУДЕНТОВ (ГРС)**

Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена на 2019/2020 учебный  
год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «22» мая 2019г.

Заведующий кафедрой ТПХ, д.т.н, профессор И.И. Павленко Павленко В.И.

Директор ХТИ И.И. Павленко Павленко В.И.

---

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### *Приложение №1.*

#### **Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины**

Дисциплина «Химия и технология редких и благородных металлов» представляет собой неотъемлемую составную часть обучения студентов по направлению подготовки 18.05.02 – «Химическая технология материалов современной энергетики», специализация 18.05.02-06 – «Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики» цикла профессиональных дисциплин, входящую в число дисциплин базовой части.

Задачами дисциплины являются формирование у студентов прочных знаний в области применения редких элементов и основами технологии их производства из рудного сырья, технологии получения соединений редких элементов из рудных концентратов или отходов черной и цветной металлургии. Изучение физико-химических основ процессов разложения исходного сырья и перевода редких элементов в раствор имеет большое значение для дальнейшего усовершенствования технологии и повышения степени извлечения редких элементов из комплексного сырья.

Занятия по дисциплине проводятся в виде лекций и практических занятий.

Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов и проведения самостоятельных работ. После выполнения каждой практической работы студент пишет самостоятельную работу в форме решения нескольких задач. Формой итогового контроля является зачет.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Главная задача высшей школы – научить молодого человека мыслить, непрерывно повышать свой образовательный уровень, что позволит ему в дальнейшем самостоятельно осваивать новейшие достижения науки и техники. Однако многие студенты не умеют учиться как самостоятельно, так и систематически. Возникает проблема закрепления полученных знаний, навыков. Не подкрепленные умениями и навыками знания частично утрачиваются. Результатом любого общения является использование приобретенных знаний и умений на практике. Известно, что достоянием личности становятся лишь те знания, которые приобретены с помощью творческой работы через преодоление трудностей.

Одним из путей решения этой задачи является организация и контроль самостоятельной работы студентов.

Без самостоятельной работы студента и контроля со стороны преподавателя целенаправленный, плодотворный процесс невозможен.

Педагогический контроль является составной частью учебного процесса, устанавливает прямую и обратную связи между преподавателем и студентом.

Контроль выполнения задания непосредственно связан с процессом усвоения знаний и выполняет в нем функцию обратной связи. Чем эффективнее используется текущий контроль, тем выше качество знаний студентов.

Умение самообразовательной деятельности включает в себя:

- планирование самостоятельной работы;
- использование современной литературы и компьютерных программ;
- осуществление самоконтроля работы, умение объективно оценивать результаты.

Задача преподавателя – помочь студенту в развитии его творческой самостоятельности, которое будет проходить наиболее эффективно, если максимально использовать и стимулировать индивидуальную творческую деятельность студента.

Исходный этап изучения курса «Химия и технология редких и благородных металлов» предполагает ознакомление с рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного и дистанционного форм обучения.

### ***Методические рекомендации студентам при подготовке к лекционным и практическим занятиям***

Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса, которая

- знакомит с новым учебным материалом,
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания,
- систематизирует учебный материал,
- ориентирует в учебном процессе.

Лекционный материал является важным, но не единственным для изучения модуля. Его обязательно необходимо дополнить материалом учебника и дополнительной литературы по теме. Обязательное направление учебной деятельности студента в рамках дисциплины – работа на практических занятиях.

Вторым этапом является работа с учебной литературой и источниками сети Интернет. В нем изложены основные вопросы темы, они дают направление для самостоятельной работы.

Другим направлением учебной деятельности студентов является самостоятельная работа по предложенным вопросам. Необходимо внимательно ознакомиться с во-

просами, которые предусматривают самостоятельное изучение, и осмыслить характер задания.

Затем следует найти источники информации по соответствующему вопросу, используя предложенный преподавателем список обязательной и дополнительной литературы, а также ресурсы сети Интернет. Во время чтения целесообразно осуществлять теоретический анализ текста: выделять главные мысли, основное содержание и структуру документов, находить аргументы, подтверждающие основные тезисы, а также иллюстрирующие их примеры и т.д. После этого можно приступать к выполнению задания.

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов.

Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы.

Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

**План** – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

**Конспект** – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- *План-конспект* – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- *Текстуальный конспект* – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- *Свободный конспект* – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Студентам читаются лекции по важнейшим разделам курса, на которых излагаются не все вопросы, представленные в программе, а глубоко и детально рассматриваются принципиальные, но недостаточно полно освещенные в учебной литературе понятия и закономерности, составляющие теоретический фундамент курса химии.



На лекциях даются также методические рекомендации для самостоятельного изучения студентами остальной части курса.

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Первый раздел посвящен изучению современных тенденций в построении периодической системы: даются понятия: «редкий элемент», положение редких элементов в периодической системе; классификация редких элементов; исторические аспекты развития редкометальной промышленности; специфика технологии производства редких элементов; связь строения электронных оболочек со свойствами элементов и их соединений; изменение физических и химических свойств элементов в периодах и группах; периодичность изменения атомных и ионных радиусов, энергий ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности; методы расчета электроотрицательности; степень окисления элементов, влияние степени окисления элементов на химические свойства. При подготовке к лекционным занятиям студентам самостоятельно необходимо изучить теоретический материал по данной теме (основная литература [3] с. 72-96; [4] с. 28-40); практическим занятиям подготовка к тестированию по строению атома, методам расчета электроотрицательности (основная литература [3] с. 72-96; 115 [4] с. 28-40).

Второй раздел посвящен комплексообразованию и комплексным соединениям 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. При подготовке к лекционным занятиям студентам самостоятельно необходимо изучить теоретический материал по данной теме; практическим занятиям подготовка к тестированию по строению атома (основная литература [3] с. 354-378; [4] с. 94-99).

Третий раздел посвящен изучению химии и технологии легких редких элементов: 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 со-

единения; 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.

После изучения третьего раздела студенты выполняют контрольную работу «Химия легких редких элементов». При подготовке к лекционным занятиям студентам самостоятельно необходимо изучить теоретический материал по данной теме; практическим занятиям по химическим свойствам лития и бериллия (основная литература [3] с. 379-387, 388-390; [4] с. 485-488, 470-476).

В четвертом разделе студенты изучают химию и технологию редкоземельных элементов: 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.

После изучения четвертого раздела студенты выполняют контрольную работу «Методы разделения редкоземельных элементов». При подготовке к лекционным занятиям студентам самостоятельно необходимо изучить теоретический материал по данной теме; практическим занятиям по химическим свойствам лития и бериллия (основная литература [3] с. 500-503; [4] с. 639-647).

Пятый раздел посвящен изучению химии и технологии 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. Малорастворимые соединения.

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. Аналитическая химия V группы.

Молибден и вольфрам. Руды и минералы молибдена и вольфрама. Окислы, кислоты, молибдаты и вольфраматы. Комплексные соединения молибдена и вольфрама. Аналитическое определение.

После изучения пятого раздела студенты выполняют контрольную работу «Химия тугоплавких элементов». При подготовке к лекционным занятиям студентам самостоятельно необходимо изучить теоретический материал по данной теме; практическим занятиям по химическим свойствам лития и бериллия (основная литература [3] с. 496-500, 504-510, 515-517; [4] с. 529-549).

### ***Методические рекомендации при подготовке к экзамену***

Успешное освоение курса при подготовке к экзамену предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

**Работа с книгой и конспектом лекций.** Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении не задерживайтесь на математических выводах, составлении уравнений реакций: старайтесь получить общее представление об излагаемых вопросах, а также отмечайте трудные или неясные места. При повторном изучении темы усвойте все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. Вникайте в сущность того или иного вопроса, а не пытайтесь запомнить отдельные факты и явления. *Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.*

Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, надо обязательно иметь рабочую тетрадь и заносить в нее формулировки законов и основных понятий химии, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. *Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, составляйте графики, схемы, диаграммы, таблицы.* Они очень облегчают запоминание и уменьшают объем конспектируемого материала.

Изучая курс, обращайтесь и к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач (см. список рекомендованной литературы). Решение задач – один

из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала при подготовке к экзамену.

*Приложение № 2*

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации  
10 семестр, экзамен**

1. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространённости элементов в земной коре.
2. Классификация редких элементов. Специфика их технологий.
3. Определение понятия «редкий элемент». Значение редких элементов для народного хозяйства.
4. Современная формулировка периодического закона Д.И. Менделеева. Строение электронных оболочек атома. Электронные формулы.
5. Связь строения электронных оболочек элементов со степенями окисления.
6. Правила заполнения электронных оболочек атомов, электронные уровни и подуровни.
7. Периодичность атомных и ионных радиусов элементов.
8. Периодичность атомных и ионных радиусов переходных элементов.
9. Энергия ионизации. Потенциал ионизации. Средство к электрону. Электроотрицательность.
10. Строение электронных оболочек элементов с *s*, *sp*, *ds*, *fds*-конфигураций. Основные закономерности изменения свойств.
11. Физико-химические свойства лития и его основных соединений. Аналитическое определение.
12. Физико-химические свойства бериллия. Основные области применения.
13. Физико-химические свойства основных соединений бериллия. Оксиды, гидроксиды, галогениды. Аналитическая химия бериллия.
14. Скандий. Физико-химические свойства. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот. Галогениды.
15. Основные свойства РЗЭ. Их оксиды и гидроксиды. Применение РЗЭ.
16. Химические свойства оксидов и гидроксидов РЗЭ. Изменение силы оснований в ряду лантаноидов. Аналитическая характеристика
17. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ. Галогениды.
18. Комплексные соединения РЗЭ.
19. Разделение РЗЭ методом дробного осаждения и кристаллизации.
20. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии и экстракции.
21. Разделение РЗЭ методом окисления-восстановления.
22. Физико-химические свойства титана. Основные области применения. Аналитическое определение титана.

23. Химические свойства оксидов и гидроксидов титана. Галогениды. Перекисные соединения.
24. Физико-химические свойства циркония и гафния. Основные области применения. Аналитическое определение циркония и гафния.
25. Химические свойства оксидов и гидроксидов циркония и гафния. Галогениды.
26. Физико-химические свойства молибдена и вольфрама. Основные области применения. Аналитическое определение.
27. Свойства оксидов и кислот молибдена и вольфрама.
28. Физико-химические свойства ванадия. Его основные соединения.
29. Физико-химические свойства ниобия и тантала. Комплексные соединения. Соединения ниобия и тантала с кислородом. Галогениды. Аналитическое определение.
30. Комплексные соединения. Координационное число. Устойчивость комплексных соединений.
31. Комплексные соединения. Их классификация.
32. Комплексные соединения. Теория кристаллического поля.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год без изменений.

Протокол № 9 заседания кафедры ТиПХ от «14» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ  
д.т.н, профессор



Павленко В.И.

Директор института



Павленко В.И.