

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)**

наименование кафедры

**доцент, каед. хим. наук Денисова  
Любовь Тимофеевна**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
ХИМИЯ РЕДКИХ И РАССЕЯННЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ**

Дисциплина Б1.В.02.ДВ.02.02 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
Химия редких и рассеянных элементов

Направление подготовки /  
специальность

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

Год набора

очная

2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.03.01 Химия профиль подготовки 04.03.01.32 Физическая химия

---

Программу  
составили

Д-р хим. наук, профессор, Головнев Николай  
Николаевич

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Приобретение углубленных знаний студентами в области химии редких и рассеянных элементов, с целью последующего применения в профессиональной деятельности

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Расширить и систематизировать знания студентов, связанные с химическими свойствами редких и рассеянных элементов, их важнейших соединений.

На базе теоретических знаний понять научные основы переработки природного и вторичного сырья, физико-химические закономерности процессов получения простых веществ и химических соединений, направления практического использования соединений редких и рассеянных элементов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>УК-1:Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
--

<b>УК-6:Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</b>
---

<b>ПК-2:Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</b>
--

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина является базовой и входит в блок дисциплин специализации.

Для ее освоения необходимо изучение ранее изученных дисциплин:

Техническая химия

Общая и неорганическая химия

Физика

Электрохимия

Физические методы исследования

Строение вещества

Дисциплины по выбору:

Химическая кинетика

Химическая технология

Химическое материаловедение

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		4
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>0,5 (18)</b>	<b>0,5 (18)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Химия редких и рассеянных элементов	36	18	0	18	
Всего		36	18	0	18	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Редкие и рассеянные элементы. Общая характеристика на основе сравнения электронного строения, физических и химических свойств.	2	0	0

2	1	Редкоземельные элементы (РЗЭ). Физические свойства скандия, иттрия, лантана. Взаимодействие с кислородом, водой, кислотами, щелочами, галогенами. Оксиды и гидроксиды, их кислотно-основные свойства. Особенности химии скандия и его получение.	2	0	0
3	1	Лантаноиды (лантаниды, Ln). Формы f-орбиталей, особенности их заполнения. Характерные степени окисления. Реакции с кислородом, водородом, водой, кислотами, аммиаком, галогенами и халькогенами. Растворимость солей. «Сэндвичевые» и кластерные соединения. Общие закономерности образования комплексов. Особенности соединений Ce(IV) и Eu (II).	2	0	0
4	1	Нахождение лантаноидов в природе. Методы разделения лантаноидов. Схема сернокислотного вскрытия монацита. Экстракционная технология. Принципиальная технологическая схема получения чистых лантаноидов и их соединений. Экстракция и ионный обмен.	2	0	0

5	1	<p>Основные различия в химии 4f-элементов и d-элементов Лантаноидное сжатие. Окислительно-восстановительные равновесия в воде. Изменение стандартного электродного потенциала реакции <math>\text{Ln}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Ln}</math> в ряду лантаноидов. Окислительно-восстановительные равновесия <math>\text{Ln}^{3+}/\text{Ln}^{2+}</math>.</p>	2	0	0
6	1	<p>Координационные соединения лантаноидов. Основные донорные атомы в химии лантаноидов. Изменение устойчивости комплексов в ряду Ln (III) в водном растворе. Хелатные комплексы и хелатный эффект. Координационные числа в аквакомплексах <math>[\text{Ln}(\text{H}_2\text{O})_n]^{3+}</math>. Геометрическое строение аквакомплексов.</p>	2	0	0
7	1	<p>Энергия расщепления 4f-орбиталей кристаллическим полем. Электронные спектры комплексов лантаноидов. Правило Лапорта. Окраска ионов <math>\text{Ln}^{3+}</math> и их комплексов в водном растворе. Спектры люминесценции и методы их возбуждения.</p>	2	0	0



8	1	<p>Актиноиды. Радиоактивность элементов. Электронная конфигурация атомов и ионов в устойчивых степенях окисления. Степени окисления легких (Th–Cm) и тяжелых (Bk–Lr) актиноидов. Сравнение энергии 5f- и 6d-орбиталей. Поведение 5f- и 4f-орбиталей при комплексообразовании.</p>	2	0	0
9	1	<p>Химия тория. Взаимодействие с HCl, HNO<sub>3</sub>(конц.) и с неметаллами (ThCl<sub>4</sub>, ThH<sub>2</sub>). Оксид и гидроксид Th(IV). Строение иона Th<sup>4+</sup> в кислом водном растворе. Координационное число в галогенидах Th(IV), их сравнительная устойчивость. Получение соединений Th(III) (ThI<sub>3</sub>, Th<sub>2</sub>S<sub>3</sub> и т.п.).</p>	2	0	0

10	1	<p>Бериллий. Минерал берилл, <math>Be_3Al_2[Si_6O_{18}]</math>. Драгоценные камни. Сернокислотный метод переработки берилла. Особенности химии бериллия. Диагональное сходство с алюминием. Взаимодействие бериллия и его солей с концентрированным водным раствором фторида аммония. Хлорид и фторид бериллия(II). Оксид и гидроксид бериллия. Протолиз аква-иона бериллия. Комплексы бериллия с неорганическими лигандами.</p>	2	0	0
11	1	<p>Галлий, индий, таллий. Эффекты d-сжатия и f-сжатия. Электронное строение. Степени окисления. Получение и применение металлов. Оксиды и гидроксиды. Соли и их гидролиз. Комплексные соединения.</p>	2	0	0
12	1	<p>Германий. Свинец и олово. Получение и применение. Водородные соединения. Оксиды элементов. Амфотерный гидрат <math>GeO_2 \cdot xH_2O</math>. Гидроксиды олова и свинца. Комплексные соединения <math>Ge(IV)</math>, <math>Sn(II, IV)</math> и <math>Pb(II)</math>.</p>	2	0	0

13	1	Висмут и сурьма. Нахождение в природе. Получение. Применение. Физические и химические свойства элементов. Степени окисления элементов. Гидроксиды, соли кислородсодержащих кислот и комплексные соединения элементов. Применение в медицине комплексов висмута.	2	0	0
14	1	Селен и теллур. Нахождение в природе. Получение из шламов. Применение. Полиморфизм Se и Te. Химические свойства элементов. Водородные соединения. Оксиды.	2	0	0
15	1	Оксокислоты $H_2EO_3$ и $H_2EO_4$ и их соли. Диссоциация в растворе и окислительно-восстановительные свойства.	2	0	0
16	1	Молибден, вольфрам. Общая характеристика. Нахождение в природе, получение и применение простых веществ. Физические и химические свойства элементов. Степени окисления элементов. Оксиды, гидроксиды, соли кислородсодержащих кислот и комплексные соединения элементов 6 группы. Гетерополисоединения. Пероксиды и галогениды.	2	0	0

17	1	Рений. Нахождение в природе. Получение. Применение. Физические и химические свойства. Степени окисления. Оксиды, гидроксиды, соли кислородсодержащих кислот и комплексные соединения. Галогениды.	2	0	0
18	1	Обобщение данных по химии редких и рассеянных элементов переходных металлов.	2	1	0
Всего			26	1	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Основные различия в химии 4f-элементов и d-элементов Лантаноидное сжатие. Окислительно-восстановительные равновесия в воде. Изменение стандартного электродного потенциала реакции $\text{Ln}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Ln}$ в ряду лантаноидов. Окислительно-восстановительные равновесия $\text{Ln}^{3+}/\text{Ln}^{2+}$	4	0	0
2	1	Элементы висмутовой группы. Особенности строения и химических свойств. Фазовые переходы в $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , области использования.	2	0	0
3	1	Защита рефератов по выбранной теме.	6	0	0

4	1	Общая характеристика элементов 1 группы. Литий, рубидий цезий. Нахождение в природе. Получение металлов. Физические свойства. Химические свойства Li, Rb и Cs. Особенности химии лития. Продукты горения металлов на воздухе Амальгамы металлов. Оксиды и гидроксиды. Пероксиды и озониды. Комплексы металлов с краун-эфирами.	2	0	0
5	1	Цирконий и гафний. Нахождение в природе. Разделение металлов. Получение. Методы переработки циркона. Применение Zr и Hf. Физические свойства. Взаимодействие Zr и Hf с HF, HF+HNO <sub>3</sub> и концентрированной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Диоксиды. Гидроксиды. Соли и комплексы. Гидриды металлов.	4	0	0
Всего			18	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Третьяков Ю. Д.	Неорганическая химия: Т. 3. Химия переходных элементов: учебник для студентов вузов по направ. 510500 "Химия" и спец. 011000 "Химия": в 3-х т.	Москва: Академия, 2007
Л1.2	Третьяков Ю. Д.	Неорганическая химия: Т. 3. Химия переходных элементов: учебник для студентов вузов по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия": в 3-х т.	Москва: Академия, 2007
Л1.3	Третьяков Ю. Д.	Неорганическая химия: Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии: учебник для студ. вузов по напр. и спец. "Химия" : в 3-х томах	Москва: Академия, 2012
Л1.4	Третьяков Ю. Д.	Неорганическая химия: Т. 2. Химия непереходных элементов: учебник для студ. вузов по напр. и спец. "Химия"	Москва: Академия, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Коровин С. С., Дробот Д. В., Федоров П. И., Коровин С. С.	Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология: Кн. 2: учебник для вузов	Москва: МИСИС, 1999
Л2.2	Коровин С. С., Зими́на Г. В., Резник А. М., Букин В. И.	Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология: Кн. 1: [учеб. для вузов по направлению "Материаловедение и технология новых материалов", специальности "Химическая технология редких элементов и материалов на их основе": в 3 кн.]	Москва: МИСИС, 1996
Л2.3	Бортников Н. С.	Фундаментальные основы формирования ресурсной базы стратегического сырья (Au, Ag, Pt, Cu, редкие элементы и металлы): [монография]	Москва: ГЕОС, 2012

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Учебные занятия проводятся в виде лекций, самостоятельной работы.

Лекции носят установочно-фундаментальный характер, направленный на изучение обучающимися соответствующей темы и содержат основные положения вопросов, составляющих сущность темы, содержат рекомендации по более глубокому самостоятельному изучению темы с помощью литературных источников. На лекциях ясно видна логическая связь изучаемой темы и смежных дисциплин.

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

1. Проработку и закрепление лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
  2. Реферативную работу
- Зачет ставится на основании работы в семестре

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	MS Office (MS Word, MS PowerPoint, MS Excel), Adobe Acrobat, Adobe Flash Player или KMPlayer, аудиопроигрыватель AdobeFlash до Winamp.
-------	--

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	В настоящее время Научная библиотека СФУ располагает доступом к целому ряду электронных научных журналов и баз данных Online, список которых представлен на странице <a href="http://bik.sfu-kras.ru">http://bik.sfu-kras.ru</a> .
9.2.2	
9.2.3	Российские электронные научные журналы и базы данных online
9.2.4	Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU): <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
9.2.5	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): <a href="http://uisrussia.msu.ru">http://uisrussia.msu.ru</a>
9.2.6	ЭБ Издательского дома «Гребенников»: <a href="http://grebennikon.ru">http://grebennikon.ru</a>
9.2.7	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <a href="http://dvs.rsl.ru">http://dvs.rsl.ru</a> (доступ к полному тексту), <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a> (доступ к каталогу)
9.2.8	Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина: <a href="http://elib.gubkin.ru">http://elib.gubkin.ru</a> .
9.2.9	Электронно - библиотечная база данных «Электронная библиотека технического ВУЗа»: <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>

9.2.1 0	Электронно-библиотечная система «Лань»: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
9.2.1 1	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: <a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a> [
9.2.1 2	
9.2.1 3	Зарубежные электронные научные журналы и базы данных online
9.2.1 4	American Physical Society: <a href="http://publish.aps.org">http://publish.aps.org</a>
9.2.1 5	Annual Reviews Science Collection: <a href="http://www.annualreviews.org">http://www.annualreviews.org</a>
9.2.1 6	Cambridge University Press: <a href="http://www.journals.cambridge.org">http://www.journals.cambridge.org</a>
9.2.1 7	Elsevier: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
9.2.1 8	Institute of Physics: <a href="http://www.iop.org">http://www.iop.org</a>
9.2.1 9	Nature: <a href="http://www.nature.com">http://www.nature.com</a>
9.2.2 0	Scopus: <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>
9.2.2 1	Springer: <a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>
9.2.2 2	Web of Science: <a href="http://isiknowledge.com">http://isiknowledge.com</a>
9.2.2 3	Wiley (Blackwell ): <a href="http://www.blackwell-synergy.com">http://www.blackwell-synergy.com</a>
9.2.2 4	Royal Society of Chemistry (журналы открытого доступа): <a href="http://www.rsc.org">http://www.rsc.org</a>
9.2.2 5	

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).