

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

"26" мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Химическая технология редких и редкоземельных элементов»**  
(наименование дисциплины)

Специальность  
**18.05.02 Химическая технология материалов**  
**современной энергетики**

специализация № 3  
**"Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных**  
**энергетических установок"**

Квалификация выпускника  
**Инженер**

Воронеж

Разработчик \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (дата) Нифталиев С.И.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой НХиХТ  
(наименование кафедры, являющейся ответственной за специальность)

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (дата) Нифталиев С.И.  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химическая технология редких и редкоземельных элементов» являются:

- изучение химии редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
- физико-химических и технологических основ производства редких, рассеянных и радиоактивных элементов; химии и технологии геохимических спутников редких металлов;
- экологических аспектов производства радиоактивных металлов и охраны окружающей среды;
- формирование компетенций, необходимых для реализации научно-исследовательской и проектной деятельности.

Задачи дисциплины:

### **профессиональная деятельность, которая включает:**

- ознакомление с химией, физико-химическими основами и технологией переработки редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

### **научно-исследовательская деятельность:**

- проведение экспериментальных исследований в области переработки редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

### **проектная деятельность:**

- разработка и проектирования технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов (РАО), разделения изотопов элементов и их применения.

**Объектами профессиональной деятельности** являются:

- руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе;
- природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов;
- технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	- основные направления научно-технического развития процессов в производстве редких, рассеянных и радиоактивных элементов и их соединений; - методы и способы разработки и проектирования	- разрабатывать перспективные планы проведения научно-исследовательских работ по производству материалов химической технологии; - применять методы и средства разработки и проектирования	- методами и средствами разработки программ и планов проведения научно-исследовательских работ и решения поставленных задач; - методами и средствами оценки работ по усовершенствованию

			технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ЯТЦ атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и радиоактивных отходов РАО, разделения изотопов элементов; - основные стадии технологии переработки сырья с получением редких, рассеянных и радиоактивных элементов и их соединений.	технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ЯТЦ атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и радиоактивных отходов РАО, разделения изотопов элементов на основе результатов научно-исследовательских работ; - подбирать последовательность основных стадий переработки различного сырья содержащего редкие, рассеянные и радиоактивные металлы.	ванию технологических процессов с учетом охраны труда, химической, радиационной и ядерной безопасности, а также охраны окружающей среды; - методами и средствами разработки и проектирования технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ЯТЦ атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и радиоактивных отходов РАО, разделения изотопов элементов
--	--	--	--	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Химическая технология редких и редкоземельных элементов» входит в базовую часть дисциплин блока один.

Требования к «входным» знаниям, умениям и компетенциям студента.

Студент должен знать:

- классификацию редких и рассеянных элементов, их положение в периодической таблице, значение для науки и техники;
- общую характеристику редких элементов, методы получения и физико-химические свойства металлов и их соединений;
- основные принципы организации химического производства.

Студент должен уметь:

- выбрать оптимальный метод получения соединений редких элементов, необходимые реагенты и условия проведения химических процессов;
- представить все этапы химических процессов и химического анализа редких элементов в виде уравнений реакций;
- выбрать очередность основных этапов химической технологии.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр		
		8	9	A
	акад.	акад.	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>108,9</b>	<b>55,9</b>	<b>32,95</b>	<b>20,1</b>
Лекции	51	36	15	-
Лабораторные работы (ЛР)	15	-	15	-
Практические занятия (ПЗ)	36	18	-	18
Консультации текущие	2,55	1,8	0,75	-
Консультирование и прием курсового проекта	2	-	-	2
Проведение консультаций перед экзаменом	2	-	2	-
Виды аттестации (зачеты, экзамен)	0,4	0,1	0,2	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>145,2</b>	<b>52,1</b>	<b>41,25</b>	<b>51,9</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение задач)	25,5	18	7,5	-
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение задач)	46,75	25,0	18,75	3
Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение задач)	33	9	15	9
Курсовой проект (выполнение расчетов, чертежа общего вида аппарата ф. А1, оформление, защита)	40	-	-	40
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>33,8</b>	-	<b>33,8</b>	-

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)	Трудоемкость раздела, час
1	Технология редких элементов	Минералы, руды и концентраты редких элементов, кислотные и щелочные способы вскрытия, основные аппараты.	88,1
2	Технология рассеянных элементов	Минералы, руды и концентраты рассеянных элементов, кислотные и щелочные способы вскрытия, основные аппараты.	74,25

3	Технология радиоактивных элементов	Минералы, руды и концентраты радиоактивных элементов, кислотные и щелочные способы вскрытия, основные аппараты, техника безопасности с радиоактивными материалами.	84,9
---	------------------------------------	--	------

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	ПЗ, час	СРО, час
1	Технология редких элементов	18	-	18	52,1
2	Технология рассеянных элементов	18	15	-	41,25
3	Технология радиоактивных элементов	15	-	18	51,9

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Технология редких элементов	Основные минералы, руды и концентраты редких элементов, кислотные и щелочные способы вскрытия. Основные аппараты, техника безопасности с радиоактивными материалами. Необходимость комплексного использования сырья. Современное аппаратное оформление процессов. Обезвреживание и удаление хвостов, экологические проблемы.	18
2	Технология рассеянных элементов	Минералы, руды и концентраты рассеянных элементов, основные способы вскрытия, аппараты. Необходимость комплексного использования сырья. Обезвреживание и удаление хвостов, экологические проблемы.	18
3	Технология радиоактивных элементов	Минералы, руды и концентраты радиоактивных элементов, основные способы вскрытия, аппараты. Необходимость комплексного использования сырья. Обезвреживание и удаление хвостов, экологические проблемы.	15

### 5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
1	Технология редких элементов	Изучение техники работы и техника безопасности при работе с радиоактивными веществами и препаратами	18
2	Технология рассеянных элементов	Обогащение руд редких металлов	-
3	Технология радиоактивных элементов	Обогащение руд рассеянных металлов	18

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Технология редких элементов	Изучение техники работы и техника безопасности при работе с радиоактивными веществами и препаратами	-
2	Технология рассеянных элементов	Обогащение руд редких металлов	15
3	Технология радиоактивных элементов	Обогащение руд рассеянных металлов	-

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Технология редких элементов	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение задач) Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение задач)	52,1
2	Технология рассеянных элементов	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение задач) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение задач)	41,25
3	Технология радиоактивных элементов	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение задач) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение задач) Подготовка к практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение задач)	51,9

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 1: Учебник для вузов / Коровин С.С., Букин В.И., П.И. Фёдоров, Резник А.М. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 2003. – 376 с.

2. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 2: Учебник для вузов / Коровин С.С., Букин В.И., П.И. Фёдоров, Резник А.М. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 2003. – 464 с.

3. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 3: Учебник для вузов / Коровин С.С., Букин В.И., П.И. Фёдоров, Резник А.М. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 2003. – 440 с.

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Ягодин Г.А. Технология редких металлов в атомной технике [Текст] / Г.А.Ягодин, О.А.Синегрибова, А.М.Чекмарев – М.: Атомиздат, 1974. – 344 с.

2. Андреев Г.Г. Введение в химическую технологию ядерного топлива [Текст] / Г.Г.Андреев, А.Н.Дьяченко – Томск, Изд-во ТПУ, 2008.- 150.

3. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология: научно-технический журнал [Текст] / - Иваново, 2010-2016 г.

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Химическая технология редких и редкоземельных элементов» [Электронный ресурс]: С.И. Нифталиев, Л.В. Лыгина; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж: ВГУИТ, 2019. - 16 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/97008>

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

1. Отечественные базы данных по химии  
<http://www.chem.msu.ru/rus/library/rusdbs.html>

2. Химия. Базы данных.  
[http://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/g29/bazy\\_dannykh](http://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/g29/bazy_dannykh)

### **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения лабораторных работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ  
<http://education.vsu.ru/course/view.php?id=859>.

2. Самостоятельная работа студентов предполагает работу с отечественной литературой, учебниками, конспектами лекций, учебно-методическими материалами к лабораторным работам по алгоритму, детально изложенному в методических указаниях к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Химическая технология редких и редкоземельных элементов» [Электронный ресурс]: С.И. Нифталиев, Л.В. Лыгина; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж: ВГУИТ, 2019, размещенных в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ  
<http://education.vsu.ru/course/view.php?id=859>. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в виде тестирования.

3. Данылиев, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М.



Данылив, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. - 32 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>

## **6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; КОМПАС-График; СПС «Консультант плюс»);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.

Тестовые задания в системе дистанционного обучения «Moodle»  
<http://education.vsu.ru/>

Использование системы «Диагностическое тестирование»; «Интернет-тренажеры» в режимах: обучение, самоконтроль с ключом доступа к системе «Интернет-тренажеры» дисциплин ВО; контроль преподавателя по дидактическим единицам дисциплины на сайте Интернет-тестирование в сфере образования  
<http://www.i-exam.ru/>

Информационная справочная система. Портал фундаментального химического образования ChemNet. Химическая информационная сеть: Наука, образование, технологии <http://www.chemnet.ru>

Информационная справочная система. Сайт о химии. Неорганическая химия.  
<http://www.xumuk.ru/nekrasov>

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лекционная аудитория № 020 кафедры неорганической химии и химической технологии, оснащенная мультимедийной техникой: Мультимедийный проектор Ben Q MW 519; Сетевой коммутатор для подключения к компьютерной сети (Интернет);

2. Аудитории № 029, 027, 022 кафедры неорганической химии и химической технологии с необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ:

- рН-метр РНер-4,
- электролизер,
- гальванометр, источник питания постоянного тока Б5.30/3, электроды,
- дифференциальный теплопроводящий микрокалориметр МИД - 200,
- аналитические весы ВЛР – 200,
- технические весы NKS – 1008,
- наборы химической посуды и реактивов для выполнения лабораторного практикума.
- наборы для демонстрационных опытов: гальванический элемент, химическое равновесие, электролиты и др.

3. Таблицы:

3.1. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева

3.2. Электроотрицательность элементов

3.3. Таблица растворимости кислот, оснований, солей

3.4. Стандартные электродные потенциалы металлов

3.5. Плакаты по свойствам атомов химических элементов.

4. Модели пространственного строения молекул и кристаллических решеток.

5. Демонстрационные опыты на лекциях по каждой теме.

6. Коллекция природных минералов, образцов простых и сложных веществ по каждой группе периодической системы химических элементов.

7. Аппаратура, применяемая для НИРС:- криоскоп Testo 735-2, потенциостатический комплекс IPC – Compact, аналитические весы WA 34 TYP PRLT A-14, термоанализатор STA 409 LUXX фирмы NETZSCH, семисекционная электродиализная ячейка с платиновым анодом и катодом, мульти-сенсорная пьезокварцевая ячейка детектирования.

8. Центр коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов», оснащенные специализированной мебелью для занятий, химической посудой; весами техническими – WS-23.; весами аналитическими ВЛР-200,WA-34; иономером U-130; термостатом U-8; термометром Testo; рН-метром РНер-4; Колориметром КФК-2, КФК-2МП; микрокалориметром МИД-200; вольтметрами цифровыми – Щ68003; рН-метрами 121, 340; шкафом сушильным 2В-151; акводистиллятором ДЭ-15; прибором синхронного термического анализа STA.

9. Аудитория № 39 кафедры неорганической химии и химической технологии для самостоятельной работы, оснащенная комплектами мебели для учебного процесса, компьютерами со свободным доступом в Интернет.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

8.1 **Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ 2.4.17-2017 «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 3 "Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных энергетических установок".

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Химическая технология редких и редкоземельных элементов»**

(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

- способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

***знать***

- основные направления научно-технического развития процессов в производстве редких, рассеянных и радиоактивных элементов и их соединений;
- методы и способы разработки и проектирования технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ЯТЦ атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и радиоактивных отходов РАО, разделения изотопов элементов;
- основные стадии технологии переработки сырья с получением редких, рассеянных и радиоактивных элементов и их соединений.

***уметь***

- разрабатывать перспективные планы проведения научно-исследовательских работ по производству материалов химической технологии;
- применять методы и средства разработки и проектирования технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ЯТЦ атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и радиоактивных отходов РАО, разделения изотопов элементов на основе результатов научно-исследовательских работ;
- подбирать последовательность основных стадий переработки различного сырья содержащего редкие, рассеянные и радиоактивные металлы.

***владеть***

- методами и средствами разработки программ и планов проведения научно-исследовательских работ и решения поставленных задач;
- методами и средствами оценки работ по усовершенствованию технологических процессов с учетом охраны труда, химической, радиационной и ядерной безопасности, а также охраны окружающей среды;
- методами и средствами разработки и проектирования технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ЯТЦ атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и радиоактивных отходов РАО, разделения изотопов элементов

**Содержание разделов дисциплины.**

Основные минералы, руды и концентраты редких, рассеянных и радиоактивных элементов, кислотные и щелочные способы вскрытия. Технология получения редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Выбор оптимальной технологической схемы. Основные аппараты, техника безопасности с радиоактивными материалами. Необходимость комплексного использования сырья. Современное аппаратное оформление процессов. Обезвреживание и удаление хвостов, экологические проблемы.