

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Химия редкоземельных элементов

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:

**Химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК 1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК 1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК 2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК 2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.

ИОПК 2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

ИОПК 2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК 1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ИПК 1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ИПК 1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК 1.4 Готовит объекты исследования.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тест;
- отчеты по лабораторным работам;
- индивидуальное задание.

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Современные проблемы химии редкоземельных элементов	Индивидуальное задание	ИОПК 1.1, ИОПК 1.3,

			ИОПК 2.1, ИОПК 2.3
2	Тема 2. Соединения РЗЭ	Тестирование	ИОПК 1.1
3	Тема 3. Технологии получения редкоземельных элементов	Отчеты по лабораторным работам .	ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.3.

### Тест (ООПК 1.1)

1. Укажите относительно стабильные степени окисления для элементов группы лантанидов при реализации электронных конфигураций  $4f^7$ ,  $4f^{14}$ .

2. Укажите как в ряду Yb – Ce изменяется радиус ионов  $Ln^{3+}$ .

а) увеличивается;

б) уменьшается;

в) не изменяется.

3. Укажите как в ряду Ce – Lu изменяются основные свойства оксидов  $Ln_2O_3$ .

а) основные свойства уменьшаются;

б) основные свойства увеличиваются;

в) основные свойства не изменяются.

Ключи: 1 (3+, 2+); 2 (б); 3 (а).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающийся ответил правильно на половину вопросов. Максимальное количество баллов за тест 5.

### Отчеты по лабораторным работам (ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.3)

План написания отчета:

- дата;
- название лабораторной работы;
- цель;
- теоретическая часть;
- приборы и реактивы;
- практическая часть;
- расчетная часть;
- выводы.

Критерии оценивания: отчет считается выполненным, если обучающийся набрал половину баллов. Максимальное количество баллов за отчет 15. Отчет оценивается по балльно-рейтинговой системе:

- 12 – 15 баллов – «отлично»

Отчет соответствует требованиям, в теоретической части полностью отражен теоретический материал по тематике работы; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты и анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который соответствует поставленной цели.

- 9,5 – 11,9 баллов – «хорошо»

Отчет соответствует требованиям, теоретический материал по тематике работы отражен в не полном объеме; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты и анализ результатов с некоторыми неточностями, сделан вывод по результатам работы, который соответствует поставленной цели.

- 7,5 – 9,6 баллов – «удовлетворительно»

Отчет соответствует требованиям, в теоретической части теоретический материал по тематике работы отражен фрагментарно; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты, анализ результатов проведен фрагментарно, сделанный вывод по результатам работы частично соответствует поставленной цели.

- 0 – 7,4 баллов – «неудовлетворительно»

Отчет не соответствует требованиям, в теоретической части теоретический материал отражен не по тематике работы; в экспериментальной части представлены некоторые расчеты, результаты, не проведен анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который не соответствует поставленной цели.

#### **Индивидуальное задание (ИОПК 1.1, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.3, ИОПК 2.4)**

Темы индивидуальных заданий:

1. Извлечение редких и редкоземельных металлов из техногенных объектов как путь к рациональному освоению недр.
2. Экологическая безопасность РЗЭ и их соединений.
3. Биологическая активность соединений РЗЭ, области применения биологически активных соединений РЗЭ.

Критерии оценивания: индивидуальное задание оценивается по балльно-рейтинговой системе, максимальное количество баллов 25 баллов.

– 21 – 25 баллов – «отлично»

Студент показал творческое отношение к обучению, представленный материал в реферате соответствует теме индивидуального задания, оформление работы соответствует требованиям, в ходе работы проанализированы и даны ссылки на литературные источники, опубликованные за последние 10 лет, при защите индивидуального задания студент показывает свободное владение материалом, отвечает на вопросы.

– 16,5 – 20,9 баллов – «хорошо»

Представленный материал в реферате соответствует теме индивидуального задания, оформление работы соответствует требованиям, с небольшими недочетами, в ходе работы проанализированы и даны ссылки на литературные опубликованные более чем за 10 лет, при защите индивидуального задания студент показывает хорошее владение материалом, отвечает почти на все на вопросы.

– 12,5 – 16,4 баллов – «удовлетворительно»

Представленный материал в реферате соответствует теме индивидуального задания, оформление работы соответствует требованиям оформления, допускаются некоторые недочеты, проанализированы и даны ссылки на литературные опубликованные более чем за 10 лет, при защите индивидуального задания студент не показывает хорошее владение материалом, не отвечает на вопросы.

– 0 – 12,4 баллов – «неудовлетворительно»

Представленный материал в реферате не соответствует теме индивидуального задания, оформление работы не соответствует требованиям оформления, даны ссылки на литературные опубликованные более чем за 10 лет или список литературных источников не оформлен, при защите индивидуального задания студент демонстрирует полное незнание материала, не отвечает на вопросы.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся на странице электронного курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23421>

### **3. Оценочные материалы промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Билет для проведения зачета с оценкой состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1,5 часа.

**Первая часть** представляет собой тест из 15 вопросов, проверяющих знания, приобретенные по ОПК-1 и ОПК-2 (ИОПК 1.2, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2). Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных, соотнесения вопросов с предложенными вариантами ответов и предоставлением короткого ответа в виде одно-двух слов. Каждый правильный ответ оценивается в 1–2 балла. Суммарное число баллов за тест составляет 25 баллов. Продолжительность тестирования 50 минут.

Примеры вопросов теста:

1. Вопрос 1. Из предложенного списка веществ выберите те, которые могут вступить в реакцию с КОН с образованием гидросокомплекса  $K_3[Ln(OH)_6]$ . Число верных ответов может быть любым.

- а)  $Lu(OH)_3$ ;
- б)  $Ce(OH)_3$ ;
- в)  $Sm(OH)_3$ ;
- г)  $Nd(OH)_3$ .

(правильный ответ: 1 балл)

2. Вопрос 2. Установите соответствие между уравнением реакции, а также соединениями лантаноидов, которые могут участвовать в данных реакциях.

- |                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1. $2LnF_3 + 3Ca = 2Ln + 3CaF_2$ ;   | [1] $TbF_3$ , Tb;   |
| 2. $2LnCl_3 + 3Ca = 2Ln + 3CaCl_2$ ; | [2] $Nd_2O_3$ , Nd; |
| 3. $Ln_2O_3 + 2La = 2Ln + La_2O_3$ ; | [3] $NdCl_3$ , Nd;  |
|                                      | [4] $HoCl_3$ , Ho;  |
|                                      | [5] $Sm_2O_3$ , Sm; |

(правильный ответ: 2 балла)

3. Вопрос 3. В ряду лантаноидов Ce – Lu радиус атома изменяется немонотонно. Укажите те элементы, особенности электронного строения которых приводят к отклонению в монотонном изменении радиуса атома, а также температур плавления и плотности простых веществ в ряду лантаноидов. В ответе приведите символы элементов через запятую без пробелов.

(правильный ответ: 2 балла)

4. Вопрос 4. Для получения монацитового концентрата из руды применяется совокупность методов разделения минералов друг от друга, основанных на различиях их физических или химических свойств. Установите соответствие между стадией обогащения руды РЗЭ и методом, который для этого применяется.

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| [1] отделение фракции тяжелых минералов от пустой породы; | а) флотация;                     |
| [2] отделение титановых минералов (рутила и ильменита);   | б) электромагнитная сепарация;   |
| [3] отделение циркона.                                    | в) электростатическая сепарация; |
|   | г) дробление;                    |
|   | д) гравитационное обогащение.    |

(правильный ответ: 2 балла)

5. При проведении ионообменной хроматографии в качестве ионита использовали катионит КУ-2-8, в качестве элюента – раствор Трилона Б. Раствор солей РЗЭ содержал  $Tb(NO_3)_3$ ,  $Eu(NO_3)_3$ ,  $Sm(NO_3)_3$ . Основываясь на знаниях о «сродстве» к сульфокатионитам ионов  $Ln^{3+}$  и закономерностях изменения констант устойчивости для их комплексных соединений с ЭДТА, укажите порядок вымывания РЗЭ из хроматографической колонки при проведении ионообменной хроматографии:

- а) Sm – Eu – Tb;
- б) Tb – Eu – Sm;
- в) Tb – Sm – Eu.

(правильный ответ: 1 балл)

Вторая часть содержит вопрос, проверяющий знания, полученные по ОПК-1 (ИОПК-1.3) и ОПК-2 (ИОПК-2.2). Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме. Максимальное количество баллов за ответ – 15. Продолжительность подготовки ответа по билету (2 часть) 20 минут, ответ 20 минут.

Примерное содержание вопросов:

1. Вопрос 1.

**Оцените целесообразность применения метода дробного осаждения двойных сульфатов для разделения смеси соединений РЗЭ (Ce, Nd, Er, Ho, Sm, Yb), полученного при переработке монацитового концентрата по серноокислотному методу после вскрытия минерального концентрата 93% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на цериевую и иттриевую группы. Объясните, на чем основан данный метод, приведите критерий оценки эффективности разделения.**

2. Вопрос 2.

Предложите метод извлечения празеодима из фракции «дидима» (смеси Pr и Nd) получаемой в процессе разделения методом ионного обмена концентрата РЗЭ цериевой группы, объяснив суть предлагаемого метода, энергозатратность и эффективность разделения предложенных РЗЭ.

Критерии оценивания ответов:

13 – 15 баллов: Предлагает методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач, обосновывает эффективность и целесообразность применения методов на основании знаний о методах разделения и определения индивидуальных РЗЭ, Периодической системы как методологической основы для описания электронного строения и закономерностей изменения свойств соединений в ряду РЗЭ (константы устойчивости, растворимости солей, сродства к ионам).

10 – 12 баллов: Предлагает методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач, обосновывает эффективность и целесообразность применения методов на основании знаний о методах разделения и определения индивидуальных РЗЭ, применяя Периодическую систему как методологическую для описания электронного строения и закономерностей изменения свойств соединений в ряду РЗЭ (константы устойчивости, растворимости солей, сродства к ионам), но допускает отдельные неточности.

7 – 9 баллов: Имеет представление о методах разделения и методов определения индивидуальных РЗЭ, их электронном строении и закономерностях изменения свойств соединений в ряду РЗЭ (константы устойчивости, растворимости солей, сродства к ионам), но не может предложить методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач, не может обосновать эффективность и целесообразность их применения.

0 – 6 баллов: имеет общее представление о методах разделения и методов определения индивидуальных РЗЭ, их электронном строении, не имеет представлений о закономерностях изменения свойств соединений в ряду РЗЭ, не может предложить методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач.

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В курсе применяется балльно-рейтинговая система. Для допуска к зачету необходимо выполнить лабораторный практикум в полном объеме и набрать за текущий контроль не менее 50 % от общего количества баллов (30 – 60 баллов).

Для получения оценки необходимо также набрать не менее 50 % от общего количества баллов за промежуточную аттестацию (20 – 40 баллов).

Количество баллов, набранных за текущий и промежуточный контроль, суммируется и выставляется оценка:

Оценка	Баллы за курс
отлично	81 – 100

Хорошо	64 – 80
Удовлетворительно	51 – 63
неудовлетворительно	0 – 50

### **Информация о разработчиках**

Автор программы: Халипова Ольга Сергеевна, канд. хим. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Рецензент: Мишенина Людмила Николаевна, канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент