Рабочая программа дисциплины (модуля) «Химия и технология редких, редкоземельных и благородных металлов», включая оценочные материалы

1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

ПК-1.1; ПК-3.1

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-1. Способен к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов
	-	ПК-3. Способен осуществлять технологический процесс обращения, хранения, транспортировки и переработки ядерного топлива и иных ядерных материалов в соответствии с регламентом, с соблюдением норм охраны труда, правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной и ядерной безопасности

1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-1	ПК-1.1	Понимает и может применить на практике знания теоретических основ технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов
ПК-3	ПК-3.1	Владеет теоретической базой осуществления технологического процесса ядерной энергетики и производства ее основных материалов, в том числе ядерного топлива и иных ядерных материалов, и может применить ее в профессиональной деятельности

1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель изучения дисциплины (модуля) – изучение основных закономерностей химических процессов технологии редких, редкоземельных и благородных металлов, формирование у студента знаний и умений, необходимых для осуществления химико-технологических процессов технологии редких, редкоземельных и благородных металлов.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

знать:

- основные понятия об радиоактивности, ядерных реакциях;
- классификацию редких, редкоземельных и тугоплавких элементов;
- особенности объектов исследования радиохимии; методы количественного определения радиоактивных нуклидов;
- химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях;
- свойства радиоактивных соединений при решении профессиональных задач;
- общую характеристику и свойства легких редких, редкоземельных и тугоплавких элементов при обращении с ядерными материалами;
- основные промышленные методы отделения элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве;

уметь:

- использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач;

- определять количественные характеристики различных методов выделения и разделения элементов при решении профессиональных задач;
- определять химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях;

владеть:

- методами получения и концентрирования радиоактивных нуклидов;
- методами соосаждения, адсорбции; экстракции, электрохимическими, хроматографическими для определения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов;
- методами отделения редких, редкоземельных и тугоплавких элементов и влияние различных факторов на эффективность процесса на производстве.

2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

2.1. Объем дисциплины (модуля)

Виды учебной работы	***Формы обучения***
	Очная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	8/288
Контактная работа:	144
Занятия лекционного типа	72
Занятия семинарского типа	72
Консультации	0
Промежуточная аттестация: экзамен, зачет	36
Самостоятельная работа (СР)	108

2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						
		Контактная работа						СР
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Химия и технология легких редких элементов	24	0	24	0	0	0	36
2.	Химия и технология редкоземельных элементов	24	0	24	0	0	0	36
3.	Химия и технология тугоплавких редких элементов	24	0	24	0	0	0	36

Примечания:

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Химия и технология легких редких элементов	Общая характеристика свойств редких элементов первой и второй групп периодической системы. Закономерности изменения физических и химических свойств в первых группах Состояние производства легких элементов и области их применения. Литий. Минералы, руды, месторождения лития. Основные химические свойства металла, оксида, гидроксида. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений. Бериллий. Руды и минералы бериллия. Свойства металла, оксида, гидроксида. Химические аспекты старения гидроксида бериллия. Бериллаты. Характеристика важных в

		технологическом отношении соединений бериллия. Малорастворимые и комплексные соединения бериллия. Применение бериллия
2.	Химия и технология редкоземельных элементов	Положение редкоземельных элементов в периодической системе элементов. Области применения РЗЭ и их соединений. Состояние производства и перспективы развития редкометальной промышленности. Особенности заполнения 4 f-подуровня и влияние их на свойства элементов (скандий , иттрий , лантан и лантаноиды: церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий , иттербий , лютеций). Возможные степени окисления РЗЭ. Физические и химические свойства лантаноидов, их оксидов, гидроксидов, пероксидных и других технологически важных соединений. Комплексные соединения лантаноидов с неорганическими и органическими лигандами. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ. Разделение редкоземельных элементов методами дробной кристаллизации и дробного осаждения. Соединения, используемые для разделения этими методами. Возможности ионного обмена и экстракции для разделения РЗЭ. Ионообменная хроматография
3.	Химия и технология тугоплавких редких элементов	Общая характеристика тугоплавких редких металлов, их положение в периодической системе. Использование титана, циркония, гафния в машиностроении, атомной энергетике и других областях. Состояние и перспективы производства тугоплавких металлов. Титан. Минералы, руды, месторождения титана. Методы вскрытия титановых минералов. Очистка от примесей. Получение металла и основных соединений. Свойства титана: металл, оксиды, гидроксиды, титанаты. Соли кислородных кислот и галоидные соединения титана. Цирконий и гафний. Вскрытие циркона и очистка раствора от примесей. Основные промышленные методы отделения циркония от гафния. Получение металла и основных соединений. Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды. Основные соединения, используемые в технологических процессах. Возможности разделения циркония и гафния. Химия ванадий. Физико -химические свойства. Галогениды, комплексные соединения. Ниобий и тантал. Соединения с кислородом. Галогениды. Комплексные соединения. Молибден и вольфрам. Руды и минералы молибдена и вольфрама. Окислы, кислоты, молибдаты и вольфраматы. Комплексные соединения молибдена и вольфрама

Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Химия и технология легких редких элементов	ПЗ	Химические свойства лития и бериллия. Методы определения и разделения.
2.	Химия и технология редкоземельных элементов	ПЗ	Химические свойства скандия и церия. Методы определения и разделения.
3.	Химия и технология тугоплавких редких элементов	ПЗ	Химические свойства титана, циркония, гафния, молибдена и вольфрама. Методы определения и разделения

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Химия и технология легких редких элементов	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
2.	Химия и технология редкоземельных элементов	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
3.	Химия и технология тугоплавких редких элементов	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа

3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Химия и технология легких редких элементов	Кейсы
2.	Химия и технология редкоземельных элементов	Кейсы
3.	Химия и технология тугоплавких редких элементов	Кейсы

3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)

1. При восстановлении 10 г оксида получили 8,456 г металла. Какой это металл, если он двухвалентный?
2. Написать реакции получения Li2O из LiCl.
3. Предложить схему разделения смеси LiNO3 и Ba(NO3)2 и выделить литий в виде карбоната.□
4. Осуществите превращения: (BeOH)2SO4□BeSO4□Be
5. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений.
6. Бериллий. Руды и минералы бериллия. Свойства металла, оксида, гидроксида.
7. Как изменяются основные свойства гидроксидов редкоземельных элементов в ряду La−Lu?
8. Для каких редкоземельных элементов свойственна степень окисления +2? Почему?
9. На чем основано экстракционное разделение редкоземельных элементов?
10. Опишите метод разделения редкоземельных элементов методом образования амальгам.
11. Какие процессы будут протекать при прокаливании влажного осадка Nd(OH)3 и Sm(OH)3?
12. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ.
13. Химия тугоплавких редких элементов (титан, цирконий, гафний, молибден и вольфрам)
14. Свойства титана: металл, оксиды, гидроксиды, титанаты.
15. Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды.
16. Комплексные соединения молибдена и вольфрама.
17. Химия ванадий. Физико-химические свойства.
18. Комплексные соединения. Ниобия и тантала.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)

Обучающийся должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи могут решаться устно и/или письменно. При решении задач также важно правильно сформулировать и записать вопросы, начиная с более общих и, кончая частными.

Критерии оценивания – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении ситуационной, проблемной задачи.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не выполнил все требования.

3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки - выделения главного, - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов, - изложения мыслей в логической последовательности, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
ХОРОШО	Знает:	- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков, - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении; - показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы;

		- слабо аргументирует научные положения; - практически не способен сформулировать выводы и обобщения; - частично владеет системой понятий.
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал недостаточность навыков - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

1. Общая характеристика свойств редких элементов первой и второй групп периодической системы; закономерности изменения физических и химических свойств; роль легких редких элементов в народном хозяйстве, основные промышленные соединения; состояние производства легких элементов и области их применения.
2. Определение понятия «редкий элемент». Положение редких элементов в таблице распространенности элементов в земной коре. Классификация редких элементов. Специфика их технологий.
3. Значение редких элементов для народного хозяйства.
4. Литий. Минералы, руды, месторождения лития. Основные химические свойства металла, оксида, гидроксида. Свойства наиболее важных для технологии лития соединений. Получение основных промышленных соединений. Физикохимические свойства лития и его основных соединений.
5. Бериллий. Свойства металла, оксида, гидроксида. Химические аспекты старения гидроксида бериллия.
6. Бериллаты. Характеристика важных в технологическом отношении соединений бериллия. Применение бериллия.
7. Напишите отличительные особенности лития от его аналогов.
8. Положение редкоземельных элементов в периодической системе элементов; области применения РЗЭ и их соединений; состояние производства и перспективы развития редкометальной промышленности.
9. Особенности заполнения 4fподуровня и влияние их на свойства элементов.
10. Возможные степени окисления РЗЭ.
11. Физические и химические свойства лантаноидов, их оксидов, гидроксидов, пероксидных и других технологически важных соединений.
12. Комплексные соединения лантаноидов с неорганическими и органическими лигандами.

13. Возможности использования комплексных соединений в технологии разделения РЗЭ.
14. Разделение редкоземельных элементов методами дробной кристаллизации и дробного осаждения.
15. Соединения, используемые для разделения этими методами.
16. Возможности ионного обмена и экстракции для разделения РЗЭ.
17. Ионообменная хроматография.
18. Основные свойства РЗЭ.
19. Их оксиды и гидроксиды.
20. Применение РЗЭ.
21. Химические свойства оксидов и гидроксидов РЗЭ.
22. Изменение силы оснований в ряду лантаноидов.
23. Аналитическая характеристика.
24. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот РЗЭ.
25. Галогениды.
26. Разделение РЗЭ методом дробного осаждения и кристаллизации.
27. Разделение РЗЭ методом ионообменной хроматографии и экстракции.
28. Разделение РЗЭ методом окислениявосстановления.
29. Титан. Физико-химические свойства титана. Основные области применения.
30. Скандий. Физико-химические свойства. Важнейшие соли кислородсодержащих кислот.
31. 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.
32. Титан. Получение металла и основных соединений.
33. Цирконий и гафний. Основные промышленные методы отделения циркония от гафния. Получение металла и основных соединений. Химия циркония и гафния: оксиды, гидроксиды, пероксиды. Основные области применения.
34. Ниобий и тантал. Физико-химические свойства ниобия и тантала.
35. Молибден и вольфрам. Физико-химические свойства молибдена и вольфрама. Основные области применения.

3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов

«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии

Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	- выделение и понимание проблемы - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения - полнота использования источников - наличие авторской позиции - соответствие ответа поставленному вопросу - использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных - логичность изложения - умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач - умение привести пример - опора на теоретические положения - владение соответствующей терминологией
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Электронные учебные издания

1. Кудреватых, Н. В. Физика металлов. Редкоземельные металлы и их соединения : учебное пособие для вузов / Н. В. Кудреватых, А. С. Волегов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 197 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9977-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492228.
2. Поляков, Е. Г. Металлургия редкоземельных металлов : учебное пособие для вузов / Е. Г. Поляков, А. В. Нечаев, А. В. Смирнов. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 501 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12813-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518961.

4.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: https://urait.ru/.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.studentlibrary.ru/.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: http://elibrary.ru/.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: http://cyberleninka.ru/.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: http://window.edu.ru/.

7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: http://fcior.edu.ru/.

4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: http://dic.academic.ru.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: http://ivo.garant.ru/.

4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	**Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения**
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.