

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.10.2023 14:47:43

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.2

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Металлы высоких технологий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

76

курсовой проект 3

самостоятельная работа

14

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	38	38	38	38
Лабораторные	19	19	19	19
Практические	19	19	19	19
Итого ауд.	76	76	76	76
Контактная работа	76	76	76	76
Сам. работа	14	14	14	14
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Богатырева Елена Владимировна

Рабочая программа

Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.2

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-18.plx Металлы высоких технологий, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Металлы высоких технологий, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 14.03.2023 г., №11

Руководитель подразделения Тарасов Вадим Петрович, д.т.н., профессор

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - формирование теоретических знаний и практических умений и навыков для подготовки специалиста к научно-исследовательской и технологической видам деятельности в области производства редкоземельных металлов из различных видов сырья в рамках реализации концепции устойчивого развития
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Python для анализа данных	
2.1.2	Инструменты цифрового менеджмента	
2.1.3	Научно-исследовательская практика	
2.1.4	Организация и математическое планирование эксперимента	
2.1.5	Основы проектирования и строительного дела	
2.1.6	Процессы и аппараты электрометаллургического производства	
2.1.7	Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.1	
2.1.8	Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.1	
2.1.9	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.1	
2.1.10	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.1	
2.1.11	Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.12	Инженерные расчеты	
2.1.13	Процессы и аппараты гидрометаллургического производства	
2.1.14	Процессы и аппараты пирометаллургического производства	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации	
Знать:	
ПК-1-32	Научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок
ПК-1-31	Методы проведения исследований и разработок
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	
Знать:	
ОПК-5-31	Фундаментальные проблемы цветной металлургии
ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве металлов высоких технологий	
Знать:	
ПК-4-31	Теоретические и технологические основы процессов и технологий производства редкоземельных металлов и их соединений
ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов	
Знать:	
ПК-3-31	Способы расчета эффективности использования материалов
ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологических решений переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов металлов высоких технологий	
Знать:	
ПК-2-31	Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства редкоземельных металлов

ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 Базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-31 Теоретические и технологические основы типовых процессов и технологий производства редкоземельных металлов и их соединений
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-2-31 Принципы написания научно-технических отчетов, обзоров, публикаций и рецензий
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации
Уметь:
ПК-1-У1 Применять методы анализа результатов исследований и разработок
ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологических решений переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов металлов высоких технологий
Уметь:
ПК-2-У1 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 Решать профессиональные задачи в области технологии производства редкоземельных металлов используя фундаментальные знания
ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов
Уметь:
ПК-3-У1 Проводить расчет эффективности использования материалов
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 Применять базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве металлов высоких технологий
Уметь:
ПК-4-У2 Выбирать оборудование для основных металлургических процессов в области производства редкоземельных металлов и их соединений
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Уметь:
ОПК-5-У1 Оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований по совокупности признаков, обосновывать выбор оптимального решения, систематизируя и обобщая достижения в металлургической и смежных отраслях
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-2-У1 Оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию обзоры, публикации, рецензии, в соответствии требованиями нормоконтроля при оформлении научно-технических отчетов

ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве металлов высоких технологий
Уметь:
ПК-4-У1 Анализировать процессы и/или технологические схемы получения редкоземельных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования
Владеть:
ПК-4-В1 Навыком обоснованного выбора процесса и/или технологической схемы производства редкоземельных металлов и их соединений с учетом экологических требований и экономической целесообразности
ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов
Владеть:
ПК-3-В1 Навыком анализа эффективности использования материалов
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Владеть:
ОПК-5-В1 Навыками анализа материалов, процессов и технологий для обоснованной оценки результатов научно-технических разработок и исследований
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-2-В1 Приемами и методами приведения в соответствие требованиям и норм стандартов разработанную документацию, формированием и оформлением отчетов, с соблюдением требованиям ГОСТ
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 Навыками работы с пакетами специализированных программ
ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологических решений переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов металлов высоких технологий
Владеть:
ПК-2-В1 Навыком формирования и аргументация собственных суждений и научной позиции в области разработки и исследований процессов производства редкоземельных металлов и их соединений
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыком технологических расчетов для решения производственных и/или исследовательских задач в области производства редкоземельных металлов и их соединений
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации
Владеть:
ПК-1-В1 Навыком анализа результатов исследований и наблюдений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Методы разделения редкоземельных металлов							

1.1	Классические методы разделения РЗМ. Экстракционное разделение лантанидов. Физико-химические основы. Технологические схемы. Аппаратура, принципы выбора экстракционного оборудования. Ионнообменное разделение лантанидов и окислительно-восстановительные методы. Новые подходы в химической технологии РЗМ /Лек/	3	14	ОПК-5-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13 Л2.14 Л2.15 Л2.16 Л2.17 Л2.18 Л2.19 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Л2.23 Л2.24Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э12 Э13 Э14			
1.2	Практическое занятие по разделу" Методы разделения редкоземельных металлов" /Пр/	3	6	ОПК-4-У1 ОПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.3 Л2.5 Э15			Р1
1.3	Лабораторная работа №1 "Исследование процесса экстракционного разделения РЗМ" /Лаб/	3	6	ОПК-5-В1 ОПК-4-В1 ОПК-2-В1 ОПК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.3 Л2.5 Э13 Э14 Э15			Р2
1.4	Лабораторная работа №2 "Расчет экстракционного каскада для разделения РЗМ" /Лаб/	3	4	ОПК-5-В1 ОПК-4-В1 ОПК-2-В1 ОПК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.3 Л2.5 Л2.16 Л1.7 Л1.8 Л1.10 Э13 Э14 Э15			Р3
	Раздел 2. Получение соединений РЗМ							
2.1	Принципиальная схема получения и использования соединений РЗМ в металлургии этих металлов. Физико-химические основы процессов /Лек/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э12 Э13 Э14			
2.2	Практическое занятие по разделу"Получение соединений РЗМ" /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13Л2.9 Л2.18 Л2.19 Л2.20 Л2.21 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э11 Э12 Э13 Э14			Р4
2.3	Лабораторная работа №3 "Исследование процесса осаждения малорастворимых соединений РЗМ" /Лаб/	3	4	ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-2-У1	Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э12 Э13 Э14			Р5

2.4	Курсовой проект "Получение соединений РЗМ" /Ср/	3	10	ОПК-5-В1 ОПК-4-В1 ОПК-2-В1 ОПК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.8 Л1.9 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13 Э14			Р6
Раздел 3. Процессы получения редкоземельных металлов								
3.1	Восстановительные и электролитические методы получения редкоземельных металлов. Современное состояние и перспективы промышленного производства РЗМ /Лек/	3	6	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.3 Л2.7 Э1 Э12 Э13 Э14			
3.2	Практическое занятие по разделу "Процессы получения редкоземельных металлов" /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.13			Р7
3.3	Лабораторная работа №4 "Исследование процесса получения РЗМ" /Лаб/	3	5					Р8
Раздел 4. Рафинирование РЗМ								
4.1	Физико-химические основы и практика вакуумтермического и электролитического рафинирования РЗМ. Методы глубокой очистки /Лек/	3	6	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13 Л2.14 Л2.15 Л2.16 Л2.17 Л2.18 Л2.19 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Л2.23 Л2.24			
4.2	Практические занятия по разделу "Рафинирование РЗМ" /Пр/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13 Л2.14 Л2.15 Л2.16 Л2.17 Л2.18 Л2.19 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Л2.23 Л2.24Л3.1			Р9

4.3	Домашнее задание. "Рафинирование РЗМ" /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 ОПК-4-В1 ОПК-5-В1 ПК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13 Л2.14 Л2.15 Л2.16 Л2.17 Л2.18 Л2.19 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Л2.23 Л2.24Л3.1			P10
Раздел 5. Переработка РЗМ-содержащих отходов								
5.1	Классификация РЗМ-содержащих отходов. Гидрометаллургические и пирометаллургические методы переработки РЗМ-содержащих отходов /Лек/	3	6	ОПК-5-31 ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2			
5.2	Практические занятия по разделу "Переработка РЗМ-содержащих отходов" /Пр/	3	5		Л1.1 Л1.2			P11

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Курсовой проект	ОПК-5-В1;ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	1. Перечислить основные аспекты, учитываемые при выборе технологии получения соединений редкоземельных металлов. 3. Каковы современные тенденции в производстве редкоземельных металлов? 4. Перечислить преимущества и недостатки процессов/технологий получения соединений РЗМ; 5. Провести оценку эффективности режимов получения соединений РЗМ; 6. Предложить варианты оптимизации режимов/аппаратурного оформления процесса получения соединений РЗМ; 7. Каковы требования к исходному сырью? 8. Каковы требования к товарной продукции?

КМ2	Экзамен	ОПК-5-31;ОПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое явление лежит в основе способа разделение РЗМ на две фракции при получении двойных сульфатных солей? 2. Каков химизм процесса разделения РЗМ и тория при оксалатной и карбонатной очистке? 3. Как можно использовать различие в степенях окисления некоторых РЗМ для их отделения от других РЗМ? 4. При использовании дробной кристаллизации для разделения суммы РЗМ на практике реализуется закон логарифмического разделения. В чем отличие от термодинамического закона распределения? 5. В каких случаях используется способ дробной кристаллизации в технологии производства РЗМ? 6. Какие условия необходимо создать для разделения тория и РЗМ на катионитах? 7. Какую роль играют ионы меди при использовании ЭДТА в качестве комплексообразователя? 8. Каков механизм экстракции при использовании фосфорнокислых экстрагентов в технологии разделения РЗМ? 9. Как влияет концентрация амина на коэффициенты разделения РЗМ? <p>Какова роль нитрата алюминия для разделения РЗМ с использованием триоксиламина?</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Что такое синергетный эффект и как это явление используют в технологии разделения РЗМ? 11. Перечислить химические соединения РЗМ, из которых можно получить оксиды РЗМ при их термической диссоциации? 12. Почему при получении РЗМ иттриевой группы металлотермией нельзя использовать в качестве исходных материалов хлориды РЗМ? 13. Выполнить технико-экономическое сравнение способов получения РЗМ электролитическим и металлотермическим способами.
-----	---------	---	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие по разделу "Методы разделения редкоземельных металлов"	ОПК-5-У1;ОПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<ol style="list-style-type: none"> 1 Экстракционные методы очистки: преимущества и недостатки экстракции для разделения РЗМ; основные характеристики экстракционных систем; типы экстракционных каскадов и их расчет 2 Сорбционные методы очистки: классификация сорбционных методов разделения РЗМ; требования к ионообменным смолам; виды ионообменной хроматографии
P2	Лабораторная работа №1 "Исследование процесса экстракционного разделения РЗМ"	ОПК-5-В1;ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Теоретические основы и практические навыки исследования экстракционного разделения РЗМ
P3	Лабораторная работа №2 "Расчет экстракционного каскада для разделения РЗМ"	ОПК-5-В1;ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Обоснование выбора экстракционного каскада для разделения РЗМ и его расчет
P4	Практическое занятие по разделу "Получение соединений РЗМ"	ОПК-5-У1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Анализ технологий получения соединений РЗМ
P5	Лабораторная работа №3 "Исследование процесса осаждения малорастворимых соединений РЗМ"	ОПК-5-В1;ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Теоретические основы и практические навыки осаждения малорастворимых соединений РЗМ

P6	Курсовой проект "Получение соединений РЗМ"	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Выбор и обоснование варианта схемы получения соединения РЗМ из группового концентрата РЗМ.</p> <p>Рекомендуется наличие следующих разделов: Введение; 1. Аналитический обзор литературы; 2. Специальная часть; 2.1 Характеристика сырья и продуктов переработки; 2.2 Выбор и обоснование технологических решений; 2.3 Металлургические расчеты; 3. Техничко-экономические расчеты Выводы; Список литературы. Название и количество разделов может быть изменено с учетом разрабатываемых в проекте вопросов.</p> <p>Темы курсовых проектов 1. Проект отделения разделения концентрата РЗМ по линии Eu/Sm; 2. Проект отделения разделения концентрата РЗМ по линии Tb/Gd; 3. Проект отделения разделения концентрата РЗМ по линии Nb/Pr; 4. Проект отделения получения раствора нитрата лантана из ГРЗК; 5. Проект отделения получения карбоната неодима из ГРЗ; 6. Проект отделения получения карбоната церия из ГРЗК;</p> <p>или иные темы по согласованию с научным руководителем</p>
P7	Практическое занятие по разделу "Процессы получения редкоземельных металлов"	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Влияние свойства РЗМ на способ их получения
P8	Лабораторная работа №4 "Исследование процесса получения РЗМ"	ОПК-5-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Теоретические основы и практические навыки получения РЗМ
P9	Практические занятия по разделу "Рафинирование РЗМ"	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Особенности рафинирования РЗМ. Принцип расчета процессов рафинирования РЗМ
P10	Домашнее задание. "Рафинирование РЗМ"	ОПК-5-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-4-В1	Выбор и обоснования способа рафинирования РЗМ
P11	Практические занятия по разделу "Переработка РЗМ-содержащих отходов"	ОПК-5-У1;ОПК-1-У1	Анализ технологий переработки РЗМ-содержащих отходов
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Экзаменационные билеты содержат два вопроса и хранятся на кафедре.			

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Лекции и часть практических занятий проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, и при личной явке.

Текущий контроль проводится в часы практических занятий.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации

Методика оценки экзамена:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Курсовой проект оценивается отдельно.

По результатам защиты курсового проекта выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется при условии, что:

- проект выполнен самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны;
- собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников;
- при написании и защите проекта обучающимся продемонстрирован высокий уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков;
- работа хорошо оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых проектов;
- на защите освещены все вопросы исследования, ответы обучающихся на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями;

Оценка «хорошо» ставится, если:

- тема проекта раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда оригинальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы;
- собран, обобщен и проанализирован необходимый объем литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации;
- при написании и защите проекта обучающимся продемонстрирован средний уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков;
- проект своевременно представлен на кафедру, есть отдельные недостатки в его оформлении;
- в процессе защиты проекта были неполные ответы на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, когда:

- тема проекта раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы;
- в проекте недостаточно полно была использована литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;
- при написании и защите проекта обучающиеся продемонстрированы удовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков;
- проект своевременно представлен на кафедру, однако не в полном объеме по содержанию и / или оформлению соответствует предъявляемым требованиям;
- в процессе защиты выпускник недостаточно полно изложил основные положения проекта, испытывал затруднения при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- содержание проекта не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования;
- проект не оригинален,
- при написании и защите проекта обучающимся продемонстрирован неудовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций;
- проект несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям;
- на защите обучающийся показал поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, плохо отвечал на вопросы.

Оценка «не явка» – проект не сдал и на его защиту не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич, Миклушевский Владимир Владимирович	Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009
Л1.2	Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1991
Л1.3	Вольдман Г. М.	Основы экстракционных и ионообменных процессов гидрометаллургии: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' и 'Хим. технология редких и рассеян. элементов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1982
Л1.4	Кулифеев Владимир Константинович, Коршунов Борис Георгиевич	Металлургия радиоактивных и редкоземельных металлов: Разд.: Вскрытие руд и концентратов урана: Курс лекций для студ. спец. 0402	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1980
Л1.5	Кропачев Андрей Николаевич, Будин О. Н., Черепов В. В., Кулифеев Владимир Константинович	Металлургия редкоземельных и радиоактивных редких металлов (N 3707): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л1.6	Коршунов Борис Георгиевич	Металлургия рассеянных и редких металлов и проектирование цехов: Разд.: Metallurgy ванадия и скандия: Учеб. пособие для студентов спец. 0402	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1982
Л1.7	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Физико-химические основы и технология получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.8	Кулифеев Владимир Константинович, Медведев Александр Сергеевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных редких металлов и проектирование цехов: Разд.: Аффинажные и разделительные процессы в металлургии редкоземельных и радиоактивных металлов: Курс лекций для студ. спец. 11.02	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 1988

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.9	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич, Миклушевский Владимир Владимирович	Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л1.10	Коршунов Б. Г., Ракова Н. Н., Кулифеев В. К., др. Б. Г., Коршунов	Металлургия редких металлов и порошковая металлургия: Раздел: Расчет аппаратуры в технологии редких металлов: Пособие для курс. и дипл. проектирования для студ. спец. 0402	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1983
Л1.11	Кулифеев В. К., Крейн О. Е., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких, радиоактивных и редкоземельных металлов и проектирование цехов: Разд.: Проектирование цехов по производству редких, радиоактивных и редкоземельных металлов: Учеб. пособие для студ. спец. 0402	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1981
Л1.12	Гаврилина Т. Н., Кулифеев В. К.	Технология металлургического получения магнитных сплавов типа Sm _{0.5} Pr _{0.5} Co ₅ и Sm ₂ Me ₁₇ : Спец.05.16.03. - 'Металлургия цветных и редких металлов'. Дисс....к.т.н.	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1982
Л1.13	Нарва В. К., Коршунов Б. Г.	Технология производства спеченных материалов и изделий: Разд.: Пористые материалы: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Вольдман Г. М., Зеликман А. Н.	Теория гидromеталлургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л2.2	Богатырева Елена Владимировна, Медведев Александр Сергеевич	Теория гидromеталлургических процессов редких и радиоактивных металлов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.3	Медведев Александр Сергеевич, Богатырева Елена Владимировна	Теория гидromеталлургических процессов. Теория и практика гидromеталлургических процессов, лежащих в основе производства цветных и редких металлов: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.4	Ванюков А. В., Зайцев В. Я.	Теория пирометаллургических процессов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.5	Колчин Юрий Олегович, Миклушевский Владимир Владимирович, Медведев Александр Сергеевич	Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических процессов: (часть 1): Сб. дом. заданий для студ. спец. 110200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л2.6	Кулифеев Владимир Константинович, Медведев Александр Сергеевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных редких металлов и проектирование цехов: Разд.: Аффинажные и разделительные процессы в металлургии редкоземельных и радиоактивных металлов: Курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1988
Л2.7	Кулифеев Владимир Константинович	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов и проектирование цехов: Разд.: Вскрытие концентратов тория и редкоземельных металлов. переработка продуктов вскрытия минерального сырья: Учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0402	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1984
Л2.8	Москвитин Владимир Иванович	Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие для практ. занятий для спец. 0402, 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.9	Москвитин Владимир Иванович	Технологические процессы и оборудование отрасли. Разд: Теория, технология и оборудование электрометаллургических процессов: лаб. практикум для студ. спец. 21.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л2.10	Москвитин Владимир Иванович	Теория электрометаллургических процессов: Лаборатор. практикум для студ. спец. 1102 и 2102	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.11	Медведев Александр Сергеевич, Богатырева Елена Владимировна	Теория гидрометаллургических процессов: Сб. тестов для студ. спец. 1102, 2102, 0903	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2002
Л2.12	Медведев Александр Сергеевич, Богатырева Елена Владимировна	Теория гидрометаллургических процессов: Сб. тестов по процессам выделения металлов и их соединений из водных растворов для студ. спец. 110200, 210200, 090300 N 1834	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.13	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Физико-химические основы и технология получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.14	Медведев Александр Сергеевич, Александров Павел Владимирович	Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидрометаллургических процессов (N 2929): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016
Л2.15	Медведев Александр Сергеевич, Богатырева Елена Владимировна	Теория гидрометаллургических процессов: Сб. тестов по процессам выделения металлов и их соединений из водных растворов для студ. спец. 110200, 210200, 090300 N 1834	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2003
Л2.16	Колчин Юрий Олегович, Миклушевский Владимир Владимирович, Медведев Александр Сергеевич	Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических процессов: (часть 1): Сб. дом. заданий для студ. спец. 110200	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1997
Л2.17	Медведев А. С.	Выщелачивание и способы его интенсификации	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.18	Москвитин В. И., Фомин Б. А.	Разработка и внедрение технологии получения лигатуры алюминий-скандий: Заключит.	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1985
Л2.19	Москвитин В. И., Чударев Л. Л., Махов С. В.	Разработка технологии получения алюминиево-скандиевой лигатуры из отходов титанового производства: Заключит.	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1989
Л2.20	Москвитин В. И., Махов С. В.	Снижение расходных коэффициентов компонентов Sc ₂ O ₃ -содержащего флюса и совершенствование режимов плавки лигатур с целью стабилизации содержания скандия в слитках: Заключительный	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1990
Л2.21	Москвитин В. И., Москвитин В. И.	Совершенствование технологии получения лигатуры Al-Sc с целью повышения извлечения Sc из исходного сырья: Заключительный	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1987
Л2.22	Богатырева Елена Владимировна, Медведев Александр Сергеевич	Теория гидрометаллургических процессов редких и радиоактивных металлов: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.23	Медведев А. С., Коршунов Б. Г.	Физико-химические основы и технология сорбционно-экстракционных процессов и проектирование: Раздел: Теория экстракции. Учеб. пособие для студ. спец. 0402	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980
Л2.24	Стрижко Владимир Семенович, Медведев Александр Сергеевич	Химические методы обогащения: Разд.: Термодинамика и кинетика выщелачивания: Учеб. пособие для студ. спец. 09.08	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кулифеев Владимир Константинович, Миклушевский Владимир Владимирович, Подрезов Сергей Владимирович, Божко Галина Геннадьевна, Стрижко Владимир Семенович	Проектирование цехов редкометаллической промышленности с использованием системы автоматизированного выполнения курсовых и дипломных проектов: учебно-метод. пособие для студ. спец. 110200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2004

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	U.S. Geological Survey (Геологическая служба США)	https://www.usgs.gov
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru
Э3	Российская Государственная Библиотека	https://www.rsl.ru
Э4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru
Э5	Наукометрическая база данных Scopus	https://www.scopus.com
Э6	Наукометрическая база данных Web of Science	https://apps.webofknowledge.com
Э7	База данных патентов США (Ведомство по патентам и товарным знакам США)	https://www.uspto.gov
Э8	Базы данных Всемирной организации интеллектуальной собственности	https://www.wipo.int/portal/en/index.html
Э9	Esp@cenet (Европейская патентная организация)	https://worldwide.espacenet.com
Э10	Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»	www1.fips.ru
Э11	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru
Э12	Сайт научных публикаций ScienceDirect	www.sciencedirect.com
Э13	Сайт ТК "ТВЭЛ"	https://www.Tvel.ru
Э14	Сайт ГК РОСАТОМ	https://www.Rosatom.ru
Э15	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-206	Учебная аудитория	проектор с экраном; сушильная установка SNOL; печь трубчатая CABROLITE - 2шт.; печь муфельная ПТ200 - 2шт.; дистиллятор GFL; мешалка лабораторная ИКА EUROSTAR 20; весы AND GH-200; дистиллятор GFL
К-206	Учебная аудитория	проектор с экраном; сушильная установка SNOL; печь трубчатая CABROLITE - 2шт.; печь муфельная ПТ200 - 2шт.; дистиллятор GFL; мешалка лабораторная ИКА EUROSTAR 20; весы AND GH-200; дистиллятор GFL
К-206	Учебная аудитория	проектор с экраном; сушильная установка SNOL; печь трубчатая CABROLITE - 2шт.; печь муфельная ПТ200 - 2шт.; дистиллятор GFL; мешалка лабораторная ИКА EUROSTAR 20; весы AND GH-200; дистиллятор GFL
К-206	Учебная аудитория	проектор с экраном; сушильная установка SNOL; печь трубчатая CABROLITE - 2шт.; печь муфельная ПТ200 - 2шт.; дистиллятор GFL; мешалка лабораторная ИКА EUROSTAR 20; весы AND GH-200; дистиллятор GFL
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекции и часть практических занятий проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, и при личной явке.

Текущий контроль проводится в часы практических и лабораторных занятий.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе

Рекомендуемая литература:

Михайличенко А.И., Михлин Е.Б., Патрикеев Ю.Б. Редкоземельные металлы-М.: Металлургия, 1987. — 232 с.: ил. (https://www.studmed.ru/mihaylichenko-a-i-mihlin-e-b-patrikeev-yu-b-redkozemelnye-metally_4c064a4fe14.html)