

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.03.2023 16:11:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Металлургия рассеянных редких металлов. Комплексное использование сырья и отходов рассеянных редких металлов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

288

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

76

курсовой проект 3

самостоятельная работа

176

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	38	38	38	38
Практические	38	38	38	38
Итого ауд.	76	76	76	76
Контактная работа	76	76	76	76
Сам. работа	176	176	176	176
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	288	288	288	288

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Божко Галина Геннадьевна*

Рабочая программа

**Металлургия рассеянных редких металлов. Комплексное использование сырья и отходов рассеянных редких металлов**

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 Metallургия, 22.04.02-ММТ-22-6.plx Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра цветных металлов и золота**

Протокол от 22.06.2021 г., №19

Руководитель подразделения Тарасов В.П.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины - формирование теоретических знаний и практических умений и навыков в области комплексной переработки сырья и отходов рассеянных редких металлов: использованию научного подхода при комплексной переработке сырья и отходов производства рассеянных редких металлов с использованием современных технологий; выбору технологических схем, позволяющих комплексно использовать природное сырье рассеянных редких металлов с учетом экологических требований и экономической целесообразности; проведению технологического, экологического и экономического анализов предлагаемых схем переработки природного сырья и отходов производства рассеянных редких металлов.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.2	Моделирование и оптимизация технологических процессов	
2.1.3	Научно-исследовательская практика	
2.1.4	Инженерные расчеты в металлургии	
2.1.5	Металлургия благородных металлов. Производство благородных металлов	
2.1.6	Новые металлургические технологии, часть 1	
2.1.7	Статистические методы управления качеством металлургической продукции	
2.1.8	Теория и технология гидрометаллургических производств	
2.1.9	Металлургия вторичных легких металлов. Первичная переработка лома и отходов цветных металлов	
2.1.10	Металлургия меди и никеля. Производство меди, никеля и сопутствующих элементов	
2.1.11	Металлургия рассеянных редких металлов. Производство рассеянных редких металлов	
2.1.12	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Производство редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.1.13	Металлургия свинца и цинка. Производство цинка, свинца и сопутствующих элементов	
2.1.14	Металлургия тугоплавких редких металлов. Производство тугоплавких редких металлов	
2.1.15	Основы проектирования и строительное дело	
2.1.16	Производство глинозема. Производство глинозема	
2.1.17	Теория и технология пирометаллургических производств	
2.1.18	Теория и технология электрометаллургических производств	
2.1.19	Электрометаллургия алюминия и магния. Производство алюминия и магния	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
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**

<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Теоретические и технологические основы типовых процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Способы расчета эффективности использования материалов
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких и благородных металлов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 Теоретические и технологические основы процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
<b>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</b>

<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 Принципы написания научно-технических отчетов, обзоров, публикаций и рецензий
ОПК-2-32 Базовые принципы проектирования и разработки продукции
<b>ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-32 Научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок
ПК-1-31 Методы проведения исследований и разработок
<b>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</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-4-31 Базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач
<b>ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных металлов
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 Фундаментальные проблемы цветной металлургии
<b>ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Применять методы анализа результатов исследований и разработок.
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких и благородных металлов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Выбирать оборудование для основных металлургических процессов в области производства цветных металлов и их соединений
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Применять базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Выбирать оборудование для основных металлургических процессов в области производства цветных металлов и их соединений
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У2 Выполнять элементы проекта
ОПК-2-У1 Оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию обзоры, публикации, рецензии, в соответствии требованиями нормоконтроля при оформлении научно-технических отчетов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Решать типовые профессиональные задачи в области металлургии цветных металлов используя фундаментальные знания

<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>								
<b>Уметь:</b>								
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								
<b>ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-2-У1 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач								
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-3-В1 Навыками анализа эффективности использования материалов								
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>								
<b>Владеть:</b>								
ОПК-5-В1 Навыками анализа материалов, процессов и технологий для обоснованной оценки результатов научно-технических разработок и исследований								
<b>ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-1-В1 Навыками проведения анализа результатов и наблюдений. Навыками анализа эффективности использования материалов								
<b>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</b>								
<b>Владеть:</b>								
ОПК-4-В1 Навыками проектной деятельности в составе коллектива								
<b>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</b>								
<b>Владеть:</b>								
ОПК-2-В1 Приемами и методами приведения в соответствие требованиям и норм стандартов разработанную документацию, формированием и оформлением отчетов, с соблюдением требованиям ГОСТ. Навыками проектной деятельности в составе коллектива								
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>								
<b>Владеть:</b>								
ОПК-1-В1 Навыком типовых технологических расчетов для решения производственных и/или исследовательских задач в области производства цветных металлов и их соединений								
<b>ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-2-В1 Навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции в области разработки и исследований процессов производства цветных металлов и их соединений								
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких и благородных металлов</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-4-В1 Навыками анализа эффективности использования оборудования для повышения эффективности производства цветных, редких и благородных металлов								

#### 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
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	<b>Раздел 1. Введение</b>							
1.1	Технологические, экологические и экономические аспекты комплексной переработки природного сырья и отходов. Принципы построения технологических схем комплексной переработки природного сырья цветных металлов и отходов. Решение экологических проблем при комплексном использовании природного сырья и отходов. Новые направления совершенствования технологий переработки цветных металлов. Основные проблемы переработки вторичного сырья рассеянных редких металлов. Классификация вторичного сырья рассеянных редких металлов. Способы утилизации и переработки вторичного сырья. Обогащение вторичного сырья /Лек/	3	12	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4		КМ1	Р1
1.2	Курсовой проект. Обоснование варианта попутного получения рассеянного металла (германия, галлия, индия) при переработке концентрата (меди, алюминия, свинца, цинка) /Ср/	3	120	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5		КМ2	
	<b>Раздел 2. Комплексная переработка германийсодержащего сырья и отходов</b>							
2.1	Технологические и аппаратурные решения, обеспечивающие комплексную переработку концентратов меди, свинца, цинка. Поведение германия при переработке углей. Получение германиевого концентрата. Технология получения высокочистого германия. Технологические схемы переработки вторичного сырья, содержащего германий /Лек/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3Л3.1 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	

2.2	Технологические, экологические и экономические аспекты при комплексной переработке концентратов меди, свинца, цинка. Сопоставление схем комплексной переработки концентратов меди, свинца, цинка с попутным получением германиевого концентрата. Переработка сплавов германия /Пр/	3	14	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5			Р2
2.3	Выбор и обоснование варианта схемы переработки вторичного сырья меди (свинца, цинка) в зависимости от химического состава /Ср/	3	20	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5		КМ1	
<b>Раздел 3. Комплексная переработка галлийсодержащего сырья и отходов</b>								
3.1	Технологические и аппаратные решения, обеспечивающие комплексную переработку алюминиевого сырья. Попутное извлечение галлия из алюминатных растворов. Получение черного и высококачественного галлия. Технологические схемы переработки вторичного сырья, содержащего галлий /Лек/	3	8	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3Л3.1 Л2.1 Л2.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
3.2	Технологические, экологические и экономические аспекты при комплексной переработке алюминиевого сырья. Сопоставление схем комплексной переработки алюминиевого сырья с попутным извлечением галлия. Переработка галлийсодержащих отходов /Пр/	3	12	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л3.3Л3.1 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5			Р3
3.3	Выбор и обоснование варианта получения галлия в зависимости от основного способа переработки алюминиевого сырья /Ср/	3	18	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5		КМ1	

	<b>Раздел 4. Комплексная переработка индийсодержащего сырья и отходов</b>							
4.1	Технологические и аппаратурные решения, обеспечивающие комплексную переработку концентратов свинца и цинка, извлечение индия из продуктов переработки. Получение черного индия. Рафинирование черного индия. Технологические схемы переработки вторичного сырья, содержащего индий /Лек/	3	8	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
4.2	Технологические, экологические и экономические аспекты при комплексной переработке концентратов свинца и цинка. Сопоставление схем комплексной переработки концентратов свинца и цинка с получением индия. Переработка индийсодержащих отходов /Пр/	3	12	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л1.1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5			Р4
4.3	Выбор и обоснование схемы переработки индийсодержащего сырья в зависимости от химического состава /Ср/	3	18	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э3 Э4 Э5		КМ1	

## 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	Экзамен	ОПК-5-31;ОПК-4-31;ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31	<p>Технологические, экологические и экономические аспекты комплексной переработки природного сырья и отходов.</p> <p>Принципы построения технологических схем комплексной переработки природного сырья цветных металлов и отходов.</p> <p>Решение экологических проблем при комплексном использовании природного сырья и отходов.</p> <p>Новые направления совершенствования технологий переработки цветных металлов.</p> <p>Основные источники сырья, содержащие германий.</p> <p>Основные способы переработки вторичного германийсодержащего сырья.</p> <p>Способы извлечения германия при переработке меди?</p> <p>Способы извлечения германия при переработке свинца?</p> <p>Способы извлечения германия при переработке цинка?</p> <p>Способы извлечения германия из растворов.</p> <p>Способы получения черного германия.</p> <p>Способы получения германия высокой чистоты.</p> <p>Основные принципы переработки вторичного германий. Каковы способы извлечения галлия при переработке алюминиевого сырья?</p> <p>Назовите способы извлечения галлия из алюминатных растворов.</p> <p>Назовите способы получения черного галлия.</p> <p>содержащего сырья.</p> <p>Какова технология получения галлия высокой чистоты?</p> <p>Назовите основные принципы переработки вторичного галлийсодержащего сырья?</p> <p>Каковы способы извлечения индия при переработке свинцового сырья?</p> <p>Каковы способы извлечения индия при переработке цинкового сырья?</p> <p>Какова технология рафинирования черного индия?</p> <p>Назовите основные принципы переработки вторичного индийсодержащего сырья?</p>
КМ2	Защита курсового проекта	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-В1;ПК-3-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова цель модернизации отделения дистилляции цинка?</li> <li>2. Как осуществляется конденсация германия в системе пылеулавливания?</li> <li>3. В чем состоит основная задача модернизации отделения агломерации свинцовых концентратов?</li> <li>4. В каких аппаратах осуществляют конденсацию германия в процессе обжига свинцовых концентратов?</li> <li>5. Каковы основные этапы реконструкции отделения обжига медных концентратов для усовершенствования конденсации германия?</li> <li>6. В чем состоит реконструкция отделения пылеулавливания для конденсации германия при выплавке медного штейна?</li> <li>7. Как отразится реконструкция отделения получения галлиевого концентрата при переработке алюминиевого сырья на технико-экономические показатели?</li> <li>8. В чем заключается суть реконструкции отделения получения высокочистых рассеянных металлов?</li> <li>9. Какие основные задачи решает модернизация отделения переработки сплавов, содержащих рассеянные металлы?</li> <li>10. В чем заключается реконструкция отделения гидрометаллургического производства цинка с извлечением индия в первичный продукт?</li> <li>11. Какие главные задачи решает реконструкция отделения получения металлического индия из кислых растворов?</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Распределение тем курсовых проектов. Тема курсового проекта согласовывается со студентом и его научным руководителем	ОПК-4-31;ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31	Задание на курсовой проект выдается персонально после согласования с обучающимся. Тема курсового проекта формулируется, исходя из темы выпускной работы магистра, и должен освещать проблемы комплексной переработки металлургического сырья. Проект должен содержать технологическую схему, металлургические расчеты и выбор оборудования. Примерные темы курсового проекта: 1. Модернизации отделения дистилляции цинка с конденсацией германия в системе пылеулавливания. 2. Модернизации отделения агломерации свинцовых концентратов с конденсацией германия в системе пылеулавливания. 3. Реконструкция отделения обжига медных концентратов с конденсацией германия в системе пылеулавливания. 4. Реконструкция отделения пылеулавливания для конденсации германия при выплавке медного штейна. 5. Реконструкция отделения получения галлиевого концентрата при переработке алюминиевого сырья. 6. Реконструкции отделения получения высокочистых рассеянных металлов. 7. Модернизация отделения переработки сплавов, содержащих рассеянные металлы. 8. Реконструкция отделения гидрометаллургического производства цинка с извлечением индия в первичный продукт. 10 Реконструкция отделения получения металлического индия из кислых растворов.
P2	Практическое занятие 1 по разделу 2	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Технологические, экологические и экономические аспекты при комплексной переработке концентратов меди, свинца, цинка. Сопоставление схем комплексной переработки концентратов меди, свинца, цинка с попутным получением германиевого концентрата. Переработка сплавов германия.
P3	Практическое занятие 2 по разделу 3	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Технологические, экологические и экономические аспекты при комплексной переработке алюминиевого сырья. Сопоставление схем комплексной переработки алюминиевого сырья с попутным извлечением галлия. Переработка галлийсодержащих отходов
P4	Практическое занятие 3 по разделу 4	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Технологические, экологические и экономические аспекты при комплексной переработке концентратов свинца и цинка. Сопоставление схем комплексной переработки концентратов свинца и цинка с получением индия. Переработка индийсодержащих отходов

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационные билеты содержат два вопроса и хранятся на кафедре.

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Назовите основные источники сырья, содержащие германий.
2. Назовите основные способы переработки вторичного германийсодержащего сырья.
3. Каковы способы извлечения германия при переработке меди?
4. Каковы способы извлечения германия при переработке свинца?
5. Каковы способы извлечения германия при переработке цинка?
6. Назовите способы извлечения германия из растворов.
7. Назовите способы получения черного германия.
8. Как получают германий высокой чистоты?
9. Назовите основные принципы переработки вторичного германийсодержащего сырья?
10. Назовите основные источники сырья, содержащие галлий.
11. Назовите основные способы переработки вторичного галлийсодержащего сырья.
12. Каковы способы извлечения галлия при переработке алюминиевого сырья?
13. Назовите способы извлечения галлия из алюминатных растворов.
14. Назовите способы получения черного галлия.
15. Назовите основные принципы переработки вторичного галлийсодержащего сырья?
16. Назовите основные источники сырья, содержащие индий.
17. Назовите основные способы переработки вторичного индийсодержащего сырья.
18. Каковы способы извлечения индия при переработке свинцового сырья?
19. Каковы способы извлечения индия при переработке цинкового сырья?
20. Назовите способы извлечения индия из растворов.
21. Назовите способы получения черного индия.
22. Какова технология рафинирования черного индия?

#### 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	Коровин С. С., Зими́на Г. В., Резник А. М., др.	Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология	Электронная библиотека	, 1996
Л1.2	Коровин С. С., Дробот Д. В., Федоров П. И.	Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология	Электронная библиотека	, 1999
Л1.3	Кулифеев В. К., Тарасов В. П., Кропачев А. Н., Миклушевский В. В.	Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Зеликман А. Н., Меерсон Г. А.	Металлургия редких металлов: учеб.пособие для студентов вузов по спец. 'Металлургия цвет.металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1973
Л2.2	Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1991

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Лысенко И., Кабельчук Б. В., Емельянов С. А., Коровин А. А., Мандра Ю. А.	Охрана окружающей среды: учебное пособие для проведения практических занятий: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: АГРУС, 2014
Л3.2	Коровин С. С., Букин В. И., Федоров П. И., Резник А. М., Коровин С. С.	Редкие и рассеянные элементы:Химия и технология	Электронная библиотека	, 2003
Л3.3	Кулифеев В. К., Миклушевский В. В., Подрезов С. В., Божко Г. Г., Стрижко В. С.	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
Л3.4	Богатырева Е. В., Соколов В. А., Стрижко Л. С., др.	Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Научная электронная библиотека	eLIBRARY.RU
Э2	Российская Государственная Библиотека	<a href="https://www.rsl.ru/">https://www.rsl.ru/</a>
Э3	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>
Э4	Электронная библиотека МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
Э5	Учебно-методическая литература для студентов	<a href="https://www.studmed.ru/">https://www.studmed.ru/</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Microsoft Visio 2016
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	VMware Player (freeware)

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-206	Лаборатория "Гидрометаллургических процессов":	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 занятий.

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