

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

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 тугоплавких редких металлов. Производство тугоплавких 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 1

аудиторные занятия

72

курсовой проект 1

самостоятельная работа

180

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	180	180	180	180
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	288	288	288	288

Программу составил(и):

*д.т.н., профессор, Богатырева Елена Владимировна*

Рабочая программа

**Металлургия тугоплавких редких металлов. Производство тугоплавких 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 для подготовки специалиста к научно-исследовательской и технологической видам деятельности в области производства тугоплавких редких металлов из различных видов природного сырья, в том числе: использованию научного подхода для анализа производства металлов; проведению экспериментальных исследований для технологического опробования процессов производства тугоплавких редких металлов; выбору технологических схем получения металлов с учетом экологических требований и экономической целесообразности; выбору оборудования для основных металлургических процессов
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.2.2	Моделирование и оптимизация технологических процессов	
2.2.3	Научно-исследовательская практика	
2.2.4	Информационные технологии	
2.2.5	Металлургия благородных металлов. Комплексное использование сырья и отходов благородных металлов	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Новые металлургические технологии, часть 2	
2.2.8	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.2.9	Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.10	Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Преддипломная практика	
2.2.13	Металлургия вторичных легких металлов. Производство легких сплавов	
2.2.14	Металлургия меди и никеля. Комплексное использование сырья и отходов меди и никеля	
2.2.15	Металлургия рассеянных редких металлов. Комплексное использование сырья и отходов рассеянных редких металлов	
2.2.16	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Комплексное использование сырья и отходов редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.2.17	Металлургия свинца и цинка. Комплексное использование сырья и отходов свинца и цинка	
2.2.18	Металлургия тугоплавких редких металлов. Комплексное использование сырья и отходов тугоплавких редких металлов	
2.2.19	Производство глинозема. Комплексное использование сырья и отходов производства глинозема	
2.2.20	Современные экономические проблемы цветной металлургии	
2.2.21	Управление проектами	
2.2.22	Электрометаллургия алюминия и магния. Комплексное использование сырья и отходов алюминия и магния	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<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-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-5-31	Фундаментальные проблемы цветной металлургии
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31	Теоретические и технологические основы 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-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-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>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>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
<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-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>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>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Проводить расчет 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>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-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-У2 Выбирать оборудование для основных металлургических процессов в области производства цветных металлов и их соединений

<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>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-У1 Оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию обзоры, публикации, рецензии, в соответствии требованиями нормоконтроля при оформлении научно-технических отчетов
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Анализ процессов и/или технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 Навык обоснованного выбора процесса и/или технологической схемы производства цветных металлов и их соединений с учетом экологических требований и экономической целесообразности
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Анализ 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>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
<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 Основными навыками работы с пакетами специализированных программ
<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 Формирование и аргументация собственных суждений и научной позиции в области разработки и исследований процессов производства цветных металлов и их соединений
<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-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Проведение анализа результатов анализа 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
	<b>Раздел 1. Введение</b>							
1.1	Фундаментальные проблемы металлургии редких металлов. Анализ физико-механических и химических свойств тугоплавких редких металлов. Базовые принципы проектирования и разработки продукции /Лек/	1	2	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.7 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Л2.13 Л2.14 Л2.16 Л2.18 Л2.19 Л2.20 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
1.2	Курсовой проект "Переработка сырья тугоплавких редких металлов" /Ср/	1	85	ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-В1 ПК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.6 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.7 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Л2.13 Л2.14 Л2.16 Л2.18 Л2.19 Л2.20Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
	<b>Раздел 2. Производство вольфрама, молибдена, рения</b>							
2.1	1.1 Производство триоксида вольфрама Динамика производства и потребления вольфрама. Минерально-сырьевая база вольфрама, требования к концентратам и готовой продукции. Обзор промышленных схем переработки вольфрамовых концентратов. Физико-химические основы способов вскрытия вольфрамовых концентратов. Направления совершенствования и интенсификации процессов вскрытия вольфрамовых концентратов. Способы переработки продуктов вскрытия /Лек/	1	3	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л1.1 Л2.8 Л2.9 Л1.1 Л2.13 Л2.14 Л2.16 Л2.18 Л2.19 Л1.1 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			

2.2	Практические занятия по разделу 1.1. "Производство триоксида вольфрама" Сопоставление технологических показателей способов вскрытия вольфрамового сырья Сопоставление технологических показателей способов переработки продуктов вскрытия вольфрамового сырья Выбор основного и вспомогательного оборудования /Пр/	1	8	ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.8 Л1.1 Л2.13 Л2.14 Л2.16			
2.3	Характеристика сырья, полупродуктов и продуктов технологий производства тугоплавких редких металлов и их соединений. Обоснование выбора процесса вскрытия /Лаб/	1	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-В1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1 Л2.18 Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.16 Л2.20 Л2.1	Лабораторная работа №1. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р1
2.4	Исследование влияния режимов предварительной механоактивации концентратов редких металлов на изменение энергии активации процесса выщелачивания активированного материала /Лаб/	1	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л2.3 Л2.4 Л1.1 Л1.1 Л2.18Л2.16 Л2.20	Лабораторная работа №2. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р2

2.5	1.2 Производство триоксида молибдена и попутное извлечение рения Динамика производства и потребления молибдена и рения. Минерально-сырьевая база молибдена и рения, требования к концентратам и готовой продукции. Обзор промышленных схем переработки молибденовых концентратов. Физико-химические основы окислительного обжига молибденитовых концентратов. Практика обжига и переработка огарков. Направления совершенствования и интенсификации процессов. Гидрометаллургические способы окислительного выщелачивания молибденитовых концентратов и промпродуктов . Попутное извлечение рения при переработке молибденового сырья. /Лек/	1	3	ОПК-1-31 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 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л1.1 Л2.3 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Л2.13 Л2.14 Л2.16 Л2.18 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
2.6	Практические занятия по разделу 1.2 " Производство триоксида молибдена и попутное извлечение рения" Сопоставление технологических показателей способов вскрытия молибденитовых концентратов и промпродуктов. Сопоставление технологических показателей способов переработки продуктов вскрытия молибденитовых концентратов и промпродуктов. Выбор основного и вспомогательного оборудования /Пр/	1	8	ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л1.1 Л2.8 Л2.9 Л2.13 Л2.14 Л2.16 Л2.18 Л2.19 Л1.1			
2.7	Исследование процесса окислительного обжига сульфидного молибденосодержащего сырья в присутствии соединений кальция /Лаб/	1	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л1.1	Лабораторная работа №3. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		РЗ



2.8	1.3 Производство вольфрама, молибдена и рения Термодинамика и кинетика восстановления триоксида вольфрама, триоксида молибдена и перрената аммония водородом. Практика процессов. Основы производства производства компактных вольфрама, молибдена, рения методом порошковой металлургии. Направления совершенствования и интенсификации процессов. Электродуговая и электроннолучевая плавки вольфрама и молибдена. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л2.1 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.2 Л1.1 Л2.13 Л2.14 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
2.9	Практические занятия по разделу 1.3 "Производство вольфрама, молибдена и рения" Аппаратура и технология процессов производства вольфрама, молибдена и рения /Пр/	1	4	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л2.1 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.2 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л2.13 Л2.14			Р8
2.10	Домашнее задание №1. Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта вольфрама и молибдена в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта /Ср/	1	30	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л2.1 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.2 Л1.1 Л1.1 Л2.9 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л1.1 Л2.13 Л2.14 Л2.16			Р13
2.11	Домашнее задание №2. Расчет основного и вспомогательного оборудования в производстве вольфрама, молибдена, рения /Ср/	1	15	ПК-4-У2	Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л1.1 Л1.1			Р14
	<b>Раздел 3. Производство тантала и ниобия</b>							

3.1	2.1 Производство соединений тантала и ниобия из рудного сырья Динамика производства и потребления тантала и ниобия. Минерально-сырьевая база тантала и ниобия, требования к концентратам и готовой продукции. Обзор промышленных схем переработки тантал-ниобийсодержащего сырья. Физико-химические основы разложения танталит-колумбитовых концентратов. Направления совершенствования и интенсификации процессов. Способы комплексной переработки сложных титано-ниобий-редкоземельных концентратов. Направления совершенствования и интенсификации процессов. Основы процессов разделения тантала и ниобия и очистки соединений /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Л2.14 Л2.16 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
3.2	Практические занятия по разделу 2.1 "Производство соединений тантала и ниобия из рудного сырья" Сопоставление технологических показателей способов разложения танталит-колумбитовых концентратов. Выбор варианта разделения в зависимости от способа переработки сырья и производства металла. Выбор основного и вспомогательного оборудования /Пр/	1	6	ОПК-1-31 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1 Л1.1Л1.1 Л2.14 Л1.1 Л2.16 Л1.1			Р9
3.3	2.2 Производство тантала и ниобия Металлотермические и электролитические способы получения тантала и ниобия. Основы получения тантала и ниобия восстановлением их пентахлоридов водородом /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
3.4	Практические занятия по разделу 2.2. "Производство тантала и ниобия" Сопоставление технологических показателей способов получения тантала и ниобия /Пр/	1	2	ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			Р10

3.5	Домашнее задание №3. Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта тантала и ниобия в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта /Ср/	1	30	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			P15
3.6	Домашнее задание №4. Расчет основного и вспомогательного оборудования в производстве тантала и ниобия /Ср/	1	10	ОПК-1-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.4 Л1.1			P16
<b>Раздел 4. Производство титана</b>								
4.1	3.1 Производство тетраоксида титана Динамика производства и потребления титана. Минерально-сырьевая база титана, требования к концентратам и готовой продукции. Обзор промышленных схем переработки титановых концентратов. Физико-химические основы процесса получения титановых шлаков из ильменитовых концентратов. Перспективные схемы получения искусственного рутила. Физико-химические основы хлорирования титановых шлаков/рутила. Варианты систем пылеулавливания и конденсации тетраоксида титана. Основы процессов очистки тетраоксида титана /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
4.2	Практические занятия по разделу 3.1. "Производство тетраоксида титана" Сопоставление технологических показателей способов производства титановых шлаков и искусственного рутила Сопоставление технологических показателей систем пылеулавливания и конденсации тетраоксида титана. Выбор основного и вспомогательного оборудования /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.7Л1.1			P11

4.3	3.2 Производство титана Обзор способов получения титана. Теоретические основы магнитермического способа получения титана из его тетрахлорида. Экономическое обоснование титано-магниевых комбинатов. Практика магнитермического производства титана и направления его совершенствования. Управление качеством в производстве титана. Теоретические основы и практика восстановления тетрахлорида титана натрием. Способы рафинирования титана. Порошковая металлургия титана. Электродуговая и электроннолучевая плавка титана /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
4.4	Практические занятия по разделу 3.2 "Производство титана" Сопоставление магнитермического и натриетермического процессов восстановления тетрахлорида титана. Новые направления в производстве титана. /Пр/	1	2	ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.7			Р12
4.5	Домашнее задание №5. Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта титана в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта /Ср/	1	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.1 Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.7 Л1.1			Р17
4.6	Исследование сернокислотного разложения титанового сырья /Лаб/	1	6	ОПК-2-В1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.5 Л1.7	Лабораторная работа №4. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО	КМ1	

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Защита курсового проекта	ОПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-3-31;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить основные фундаментальные проблемы металлургии тугоплавких редких металлов</li> <li>2. Перечислить основные аспекты, учитываемые при совершенствовании технологии вскрытия сырья тугоплавких редких металлов.</li> <li>3. Каковы современные тенденции в производстве тугоплавких редких металлов?</li> <li>4. Сопоставить термодинамические характеристики процессов</li> <li>5. Обосновать аппаратное оформление процесса</li> <li>6. Перечислить преимущества и недостатки процесса</li> <li>7. Провести оценку эффективности режимов вскрытия концентрата.</li> <li>8. Как оптимизировать режимы вскрытия концентрата?</li> <li>9. Каковы требования к исходному сырью?</li> <li>10. Каковы требования к товарной продукции?</li> </ol>
КМ2	Экзамен	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем объясняется промежуточное образование диоксида молибдена при обжиге молибденита в многоподовой печи?</li> <li>2. Почему реакция окисления молибденита кислородом можно считать практически необратимой?</li> <li>3. Предложите метод и разработайте схему установки для изучения кинетики реакции взаимодействия дисульфида молибдена с триоксидом молибдена</li> <li>4. Какими методами можно установить фазовый состав молибденитовых огарков?</li> <li>5. Предложите способы конверсии молибдата натрия в молибдат аммония</li> <li>6. Какие фазы установлены в системе вольфрам-кислород и молибден-кислород?</li> <li>7. В чем состоят отличия в режимах восстановления триоксида вольфрама и триоксида молибдена?</li> <li>8. Рассчитайте энергию Гиббса реакции восстановления диоксида молибдена водородом для температуры 800 оС и предельную концентрацию паров воды, выше которой восстановление невозможно.</li> <li>9. В чем состоит способ получения компактного рения методом порошковой металлургии?</li> <li>10. Как влияют примеси калия и меди на плотность спеченных штабиков?</li> <li>11. Предложите классификацию промышленных способов разложения богатых концентратов типа танталит-колумбит</li> <li>12. Какие танталаты и ниобаты образуются при сплавлении танталит-колумбита с гидроксидом натрия и калия?</li> <li>13. В составе каких соединений могут присутствовать тантал и ниобий в плавиковокислых растворах в зависимости от избыточной концентрации кислоты?</li> <li>14. Каков химический и фазовый состав конденсата твердых хлоридов, образующихся при хлорировании лопарита?</li> <li>15. Из каких стадий состоит схема экстракционного разделения тантала и ниобия?</li> <li>16. Каковы технические требования на товарный губчатый титан?</li> <li>17. Сопоставить по технико-экономическим показателям натриетермический и магниетермический способы производства титана из его тетрахлорида.</li> <li>18. В чем преимущества восстановления диоксида титана гидридом кальция по сравнению с кальцием?</li> <li>19. На чем основан иодидный способ рафинирования титана?</li> <li>20. Какими способами получают титановые порошки?</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	Лабораторная работа №1. Характеристика сырья, полупродуктов и продуктов технологий производства тугоплавких редких металлов и их соединений. Обоснование выбора процесса вскрытия	ОПК-5-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-4-У1	1. Теоретическая оценка реакционной способности компонентов редкометалльного сырья; 2. Термодинамический анализ вариантов вскрытия; 3. Обоснование выбора варианта вскрытия сырья
P2	Лабораторная работа №2. Исследование влияния режимов предварительной механоактивации концентратов редких металлов на изменение энергии активации процесса выщелачивания активированного материала	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-3-У1	1. Приобретение навыков механической активации концентратов редких металлов; 2. Кинетические исследования; 3. Оценка значений основных кинетических параметров процесса выщелачивания активированного материала
P3	Лабораторная работа №3. Исследование процесса окислительного обжига сульфидного молибденсодержащего сырья в присутствии соединений кальция	ОПК-5-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	1. Приобретение навыков обжига молибденитового концентрата; 2. Обработка результатов исследований с применением метода полного факторного эксперимента 3. Оптимизация режимов обжига
P4	Лабораторная работа №4. Исследование сернокислотного разложения титанового сырья	ПК-1-В1;ПК-3-В1;ОПК-2-В1	1. Характеристика сырья 2. Обоснование выбора варианта вскрытия 3. Технологические исследования 4. Описание технологической схемы 5. Составление материального баланса 6. Расчет расходных коэффициентов 7. Составление аппаратурно-технологической схемы

P5	Курсовой проект "Переработка сырья тугоплавких редких металлов"	ОПК-5-В1;ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	<p>Рекомендуется наличие следующих разделов:  Введение;  1. Техническое описание и критический анализ объекта проектирования;  2. Технология производства/Описание и анализ технологических решений/Технологические 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 разложения шеелитового концентрата  2. Проект отделения разложения вольфрамитового концентрата  3. Проект отделения окислительного обжига молибденитового концентрата  4. Проект отделения производства паравольфрамата аммония  5. Проект отделения производства парамолибдата аммония  6. Проект отделения восстановления вольфрамового ангидрида водородом  7. Проект отделения восстановления молибденового ангидрида водородом  8. Проект получения спеченных молибденовых вольфрамовых штабиков  9. Проект получения спеченных молибденовых штабиков  10. Проект отделения хлорирования лопаритового концентрата  11. Проект отделения хлорирования титановых шлаков  12. Проект отделения очистки технического тетрахлорида титана  13. Проект отделения магнетермического восстановления тетрахлорида титана  14. Проект отделения переработки плава хлоридов процесса хлорирования лопаритового концентрата  или иные темы по согласованию с научным руководителем</p>
P6	Практические занятия по разделу 1.1. "Производство триоксида вольфрама"	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1	<p>Сопоставление технологических показателей способов вскрытия вольфрамового сырья  Сопоставление технологических показателей способов переработки продуктов вскрытия вольфрамового сырья  Выбор основного и вспомогательного оборудования</p>
P7	Практические занятия по разделу 1.2 "Производство триоксида молибдена и попутное извлечение рения"	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<p>Сопоставление технологических показателей способов вскрытия молибденитовых концентратов и промпродуктов.  Сопоставление технологических показателей способов переработки продуктов вскрытия молибденитовых концентратов и промпродуктов.  Выбор основного и вспомогательного оборудования</p>
P8	Практические занятия по разделу 1.3 "Производство вольфрама, молибдена и рения"	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<p>Аппаратура и технология процессов производства вольфрама, молибдена и рения</p>
P9	Практические занятия по разделу 2.1 "Производство соединений тантала и ниобия из рудного сырья"	ОПК-1-31;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У2	<p>Сопоставление технологических показателей способов разложения танталит-колумбитовых концентратов.  Выбор варианта разделения в зависимости от способа переработки сырья и производства металла.  Выбор основного и вспомогательного оборудования</p>
P10	Практические занятия по разделу 2.2. "Производство тантала и ниобия"	ОПК-1-У1;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1	<p>Сопоставление технологических показателей способов получения тантала и ниобия</p>
P11	Практические занятия по разделу 3.1. "Производство тетрахлорида титана"	ОПК-1-У1;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<p>Сопоставление технологических показателей способов производства титановых шлаков и искусственного рутила  Сопоставление технологических показателей систем пылеулавливания и конденсации тетрахлорида титана.  Выбор основного и вспомогательного оборудования</p>

P12	Практические занятия по разделу 3.2 "Производство титана"	ОПК-1-У1;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1	Сопоставление магнетермического и натриетермического процессов восстановления тетрахлорида титана. Новые направления в производстве титана.
P13	Домашнее задание №1 (по разделу 1).	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-5-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1	Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта вольфрама и молибдена в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта
P14	Домашнее задание №2 (по разделу 1)	ПК-4-У2	Расчет основного и вспомогательного оборудования в производстве вольфрама, молибдена, рения
P15	Домашнее задание №3 (по разделу 2)	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта тантала и ниобия в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта
P16	Домашнее задание №4 (по разделу 2)	ОПК-1-У1;ПК-4-У2	Расчет основного и вспомогательного оборудования в производстве тантала и ниобия
P17	Домашнее задание №5 (по разделу 3)	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-4-У1	Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта титана в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
В экзаменационных билетах 3 теоретических вопроса и 1 задача, на подготовку ответу отводится 1,5 часа. Билеты хранятся на кафедре.			



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

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Зеликман А. Н., Меерсон Г. А.	Металлургия редких металлов: учеб.пособие для студентов вузов по спец. 'Металлургия цвет.металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1973
Л1.2	Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1991
Л1.3	Зеликман А. Н.	Металлургия тугоплавких редких металлов: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1986
Л1.4	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.: Metallurgia, 1982
Л1.5	Гармата В. А., Петрунько А. Н., Галицкий Н. В., др., Гармата В. А.	Титан: Свойства, сырьевая база, физико-химические основы и способы получения	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1983
Л1.6	Зеликман А. Н., Колчин Ю. О., Коршунов Б. Г., др., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов и порошковая металлургия: Пособие по применению ЭВМ при выполнении дом.заданий для студ.спец.11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
Л1.7	Богатырева Е. В.	Производство тугоплавких редких металлов. Металлургия титана и его соединений (N 3176): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Зеликман А. Н., Никитина Л. С.	Вольфрам	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1978
Л2.2	Зеликман А. Н.	Молибден	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1970
Л2.3	Зеликман А. Н., Вольдман Г. М., Беляевская Л. В.	Теория гидрометаллургических процессов: Учебник для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' и 'Хим. технология редких и рассеян. элементов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1983
Л2.4	Вольдман Г. М., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1993
Л2.5	Богатырева Е. В., Медведев А. С.	Теория гидрометаллургических процессов редких и радиоактивных металлов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.6	Медведев А. С., Богатырева Е. В.	Теория гидрометаллургических процессов. Теория и практика гидрометаллургических процессов, лежащих в основе производства цветных и редких металлов: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.7	Болотников Л. Е.	Технологическое проектирование производства редких металлов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1973
Л2.8	Зеликман А. Н., Зеликман А. Н., Медведев А. С.	Теория гидрометаллургических процессов: лаб. практикум для студ. спец. 0402 и 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.9	Зеликман А. Н., Медведев А. С., Коршунов Б. Г., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 11.02, 01.2, 21.03	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1992
Л2.10	Медведев А. С., Коршунов Б. Г., Коршунов Б. Г.	Теория и технология производства редких и цветных металлов: Лаб.практикум для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.11	Крейн О. Е., Беляевская Л. В., Вольдман Г. М., др. Б. Г., Коршунов	Металлургия редких металлов и порошковая металлургия: сб. задач по металлург. расчетам в производстве редких металлов: Учеб. пособие для студ. спец. 0402, 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.12	Коршунов Б. Г., Егорычев К. Н., Зеликман А. Н., Кулифеев В. К., Коршунов Б. Г.	Металлургия тугоплавких металлов и проектирование цехов: пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1992
Л2.13	МИСиС, Коршунов Б. Г.	Вып.169: Металлургия редких металлов. Порошковая металлургия: Темат. сб. науч. тр.	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1987
Л2.14	МИСиС, Коршунов Б. Г.	Вып.179: Научные основы процессов получения редких металлов, их соединений и композитов: Темат. сб. науч. тр.	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1990
Л2.15	Болотников Л. Е.	Основы проектирования и строительного дела: Общие вопросы организации проектирования: курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1992
Л2.16	Медведев А. С.	Выщелачивание и способы его интенсификации	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.17	Болотников Л. Е., Лексин В. Н.	Основы проектирования предприятий цветной металлургии. Разд. Основы технологического проектирования: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1979

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.18	Коршунов Б. Г.	Теория гидрометаллургических процессов. Разд. Термодинамика и кинетика процессов выщелачивания: сб. вопросов и задач, учеб. пособие для домаш. работ	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1979
Л2.19	Ракова Н. Н., Кулифеев В. К., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов и порошковая металлургия. Разд.: Металлургия редких металлов: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1978
Л2.20	Богатырева Е. В.	Прогрессивные технологии производства редких металлов: лабораторный практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.21	Коржуков Н. Г., Коршунов Б. Г.	Химическое сродство и направление химических реакций: учеб. пособие для упражнений, семинар. занятий, коллоквиумов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1974
Л2.22	Медведев А. С., Александров П. В.	Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидрометаллургических процессов (N 2929): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Колчин Ю. О., Миклушевский В. В., Богатырева Е. В., Стрижко В. С., Медведев А. С.	Оборудование гидрометаллургических процессов. Расчет аппаратов гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия цв. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л3.2	Богатырева Е. В., Соколов В. А., Стрижко Л. С., др.	Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л3.3	Богатырева Е. В.	Технологические расчеты в металлургии цветных металлов (N 2933): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

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

Э1	U.S. Geological Survey (Геологическая служба США)	<a href="https://www.usgs.gov">https://www.usgs.gov</a>
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>
Э3	Российская Государственная Библиотека	<a href="https://www.rsl.ru">https://www.rsl.ru</a>
Э4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
Э5	Наукометрическая база данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
Э6	Наукометрическая база данных Web of Science	<a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
Э7	База данных патентов США (Ведомство по патентам и товарным знакам США)	<a href="https://www.uspto.gov">https://www.uspto.gov</a>
Э8	Базы данных Всемирной организации интеллектуальной собственности	<a href="https://www.wipo.int/portal/en/index.html">https://www.wipo.int/portal/en/index.html</a>
Э9	Esp@cenet (Европейская патентная организация)	<a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>

Э10	Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»	www1.fips.ru
Э11	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru
Э12	Электронная библиотека рунета	https://booksee.org/

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Microsoft Office
П.5	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	База данных FactSage <a href="http://www.factsage.com">http://www.factsage.com</a>
И.2	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
И.3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
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 №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
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

1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint и мультимедийных средств.
2. Текущий контроль проводится в часы практических занятий.
3. Курсовой проект выполняется с использованием средств MS Офис.
4. Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты используют специальные базы данных
5. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и при личной явке.