

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

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)

Производство редких металлов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 9

аудиторные занятия

119

курсовая работа 9

самостоятельная работа

16

часов на контроль

45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	68	68	68	68
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	119	119	119	119
Контактная работа	119	119	119	119
Сам. работа	16	16	16	16
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Производство редких металлов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 16.05.2023 г., №14

Руководитель подразделения Тарасов В.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - формирование теоретических знаний и практических умений и навыков в области производства редких металлов из различных видов природного сырья для обоснованного выбора технологических схем получения металлов с учетом экологических требований и экономической целесообразности и их аппаратного оформления
1.2	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.12
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.1.2	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.1.3	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.1.4	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.1.5	Логистика вторичных ресурсов	
2.1.6	Металловедение, часть 2	
2.1.7	Металлургия благородных металлов	
2.1.8	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.1.9	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.1.10	Модельное производство	
2.1.11	Огнеупоры металлургического производства	
2.1.12	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.1.13	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.	
2.1.14	Производство отливок из стали и чугуна	
2.1.15	Производство тяжелых цветных металлов	
2.1.16	Производство ферросплавов	
2.1.17	Разливка стали и спецэлектрометаллургия	
2.1.18	Технологические линии и комплексы ОМД	
2.1.19	Физико-механические свойства металлов	
2.1.20	Химия окружающей среды	
2.1.21	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД	
2.1.22	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов	
2.1.23	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД	
2.1.24	Конструирование литейной оснастки, раздел 1	
2.1.25	Металловедение, часть 1	
2.1.26	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов	
2.1.27	Металлургия тяжелых цветных металлов	
2.1.28	Методы анализа структуры металлов и сплавов	
2.1.29	Метрология и измерительная техника	
2.1.30	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.1.31	Современные методы производства сплошных и полых изделий	
2.1.32	Теория и технология производства стали в электропечах	
2.1.33	Теплотехника и экодизайн металлургических печей	
2.1.34	Технологии и оборудование для модификации поверхности	
2.1.35	Технология композиционных материалов	
2.1.36	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий	
2.1.37	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии	
2.1.38	Металлургия алюминия и магния	
2.1.39	Многокомпонентные диаграммы состояния	
2.1.40	Научные основы нанесения покрытий	
2.1.41	Обогащение руд	
2.1.42	Оборудование для процессов порошковой металлургии	
2.1.43	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов	

2.1.44	Основы бизнеса в металлургии
2.1.45	Основы минералогии и петрографии
2.1.46	Основы электрометаллургического производства
2.1.47	Прикладная кристаллография
2.1.48	Проектирование технологии изготовления отливок
2.1.49	Производство стали в конвертерах
2.1.50	Процессы формования и спекания металлических порошков
2.1.51	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением
2.1.52	Рециклинг металлов
2.1.53	Теория индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.1.54	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента
2.1.55	Технология литейного производства
2.1.56	Физико-химические процессы в литейном производстве
2.1.57	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов
2.1.58	Инженерные расчеты в металлургии
2.1.59	Методы исследования свойств металлов и сплавов
2.1.60	Организация и математическое планирование эксперимента
2.1.61	Органическая химия в металлургии
2.1.62	Основы пиро- и гидрометаллургического производства
2.1.63	Основы теории литейных процессов
2.1.64	Потребительские свойства металлургической продукции
2.1.65	Процессы получения металлических порошков
2.1.66	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий
2.1.67	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации
2.1.68	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.69	Технологические измерения и приборы
2.1.70	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.1.71	ARTCAD
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.2	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.3	Дизайн литого изделия
2.2.4	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.5	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности
2.2.6	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.7	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.8	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.9	Моделирование технологических процессов
2.2.10	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.11	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.12	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.13	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.14	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.15	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.16	Производство прямовосстановленного железа
2.2.17	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.18	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.19	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.20	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.21	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.22	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.23	Современные производственные технологии

2.2.24	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.25	Технологии Big Data
2.2.26	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.27	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.28	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.29	Экология литейного производства
2.2.30	Автоматизация процессов экстракции
2.2.31	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.32	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.33	Аффинаж благородных металлов
2.2.34	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.35	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.2.36	Инженерия биоповерхностей
2.2.37	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.38	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.39	Материалы на основе углерода
2.2.40	Металловедение, часть 3
2.2.41	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.42	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.43	Моделирование литейных процессов
2.2.44	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.45	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.46	Обращение со шлаками и шламами
2.2.47	Планирование эксперимента
2.2.48	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.49	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.50	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.51	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.52	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.53	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.54	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.55	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.56	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.57	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.58	Технология производства твердых сплавов
2.2.59	Экологическая экспертиза
2.2.60	Научно-исследовательская работа
2.2.61	Научно-исследовательская работа
2.2.62	Научно-исследовательская работа
2.2.63	Научно-исследовательская работа
2.2.64	Научно-исследовательская работа
2.2.65	Научно-исследовательская работа
2.2.66	Научно-исследовательская работа
2.2.67	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.68	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.69	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.70	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.71	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.72	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.73	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Знать:
ПК-4-31 Теоретические и технологические основы процессов и технологий производства металлов высоких технологий и их соединений
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов
Знать:
ПК-2-31 Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных металлов
ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов
Знать:
ПК-1-31 Методы проведения исследований и разработок
ПК-1-32 Научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Уметь:
ПК-4-У2 Выбирать оборудование для основных металлургических процессов в области производства металлов высоких технологий и их соединений
ПК-4-У1 Анализ процессов и/или технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования
ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов
Уметь:
ПК-1-У1 Применять методы анализа результатов исследований и разработок
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов
Уметь:
ПК-2-У1 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками обоснованного выбора процесса и/или технологической схемы производства металлов высоких технологий и их соединений с учетом экологических требований и экономической целесообразности
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов
Владеть:
ПК-2-В1 Формирование и аргументация собственных суждений и научной позиции в области разработки и исследований процессов производства металлов высоких технологий и их соединений
ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов
Владеть:
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
	Раздел 1. Введение							

1.1	<p>Фундаментальные проблемы металлургии редких металлов. Анализ физико-механических и химических свойств тугоплавких редких металлов.</p> <p>Базовые принципы проектирования и разработки продукции /Лек/</p>	9	2	ПК-1-32	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.14 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Л2.10 Л2.11 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Л2.26 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12</p>			
1.2	<p>Курсовая работа "Производство редких металлов".</p> <p>Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта редких металлов в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта.</p> <p>Расчет основного и вспомогательного оборудования /Ср/</p>	9	16	ПК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-4-В1	<p>Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.1 Л1.1 Л1.9 Л1.1 Л1.1 Л1.10 Л1.11 Л1.1 Л1.12 Л1.1 Л1.1 Л1.13 Л1.14 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Л2.10 Л2.11 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Л2.26 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12</p>		КМ2	Р14
	Раздел 2. Производство вольфрама, молибдена, рения							
2.1	<p>1.1 Производство триоксида вольфрама</p> <p>Динамика производства и потребления вольфрама. Минерально-сырьевая база вольфрама, требования к концентратам и готовой продукции.</p> <p>Обзор промышленных схем переработки вольфрамовых концентратов.</p> <p>Физико-химические основы способов вскрытия вольфрамовых концентратов. Направления совершенствования и интенсификации процессов вскрытия вольфрамовых концентратов.</p> <p>Способы переработки продуктов вскрытия /Лек/</p>	9	10	ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.5 Л2.6 Л1.1 Л2.10 Л2.11 Л1.1 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Л2.20 Л2.21 Л1.1 Л2.26 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12</p>			

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/	9	6	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.5 Л2.6 Л2.10 Л1.1 Л2.15 Л2.16 Л2.18			
2.3	Характеристика сырья, полупродуктов и продуктов технологий производства тугоплавких редких металлов и их соединений. Обоснование выбора процесса вскрытия /Лаб/	9	4	ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л2.20 Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.18 Л2.22 Л2.26	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/	9	4	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л2.5 Л2.6 Л1.1 Л1.1 Л2.20Л2.18 Л2.22	Лабораторная работа №2. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р2

2.5	<p>1.2 Производство триоксида молибдена и попутное извлечение рения</p> <p>Динамика производства и потребления молибдена и рения. Минерально-сырьевая база молибдена и рения, требования к концентратам и готовой продукции.</p> <p>Обзор промышленных схем переработки молибденовых концентратов.</p> <p>Физико-химические основы окислительного обжига молибденитовых концентратов. Практика обжига и переработка огарков. Направления совершенствования и интенсификации процессов.</p> <p>Гидрометаллургические способы окислительного выщелачивания молибденитовых концентратов и промпродуктов .</p> <p>Попутное извлечение рения при переработке молибденового сырья.</p> <p>/Лек/</p>	9	8	<p>ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31</p>	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л1.1 Л2.5 Л2.6 Л2.10 Л2.11 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Л2.20 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12</p>			
2.6	<p>Практические занятия по разделу 1.2 " Производство триоксида молибдена и попутное извлечение рения"</p> <p>Сопоставление технологических показателей способов вскрытия молибденитовых концентратов и промпродуктов.</p> <p>Сопоставление технологических показателей способов переработки продуктов вскрытия молибденитовых концентратов и промпродуктов.</p> <p>Выбор основного и вспомогательного оборудования /Пр/</p>	9	4	<p>ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2</p>	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л1.1 Л2.10 Л2.11 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Л2.20 Л2.21 Л1.1</p>			
2.7	<p>Исследование процесса окислительного обжига сульфидного молибденосодержащего сырья в присутствии соединений кальция /Лаб/</p>	9	4	<p>ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-4-У1</p>	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л1.1</p>	<p>Лабораторная работа №3. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО</p>		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/	9	6	ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л2.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л1.1 Л2.15 Л2.16 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/	9	4	ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л2.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.2 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л2.15 Л2.16			Р7
	Раздел 3. Производство тантала и ниобия							
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/	9	8	ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1Л1.1 Л2.16 Л2.18 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/	9	4	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.1Л1.1 Л2.16 Л1.1 Л2.18 Л1.1				Р8
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/	9	4	ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 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/	9	2	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4				Р9
Раздел 4. Производство титана									
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/	9	8	ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.14 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12				

4.2	<p>Практические занятия по разделу 3.1. "Производство тетрахлорида титана"</p> <p>Сопоставление технологических показателей способов производства титановых шлаков и искусственного рутила</p> <p>Сопоставление технологических показателей систем пылеулавливания и конденсации тетрахлорида титана.</p> <p>Выбор основного и вспомогательного оборудования /Пр/</p>	9	2	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.14Л1.1			P10
4.3	<p>3.2 Производство титана</p> <p>Обзор способов получения титана. Теоретические основы магнетермического способа получения титана из его тетрахлорида. Экономическое обоснование титано-магниевого комбинатов. Практика магнетермического 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/</p>	9	4	ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.14 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
4.4	<p>Практические занятия по разделу 3.2 "Производство титана"</p> <p>Сопоставление магнетермического и натриетермического процессов восстановления тетрахлорида титана. Новые направления в производстве титана. /Пр/</p>	9	2	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.14			P11
4.5	<p>Исследование сернокислотного разложения титанового сырья /Лаб/</p>	9	5	ПК-1-В1	Л1.5 Л1.14	Лабораторная работа №4. Занятие проводится в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		

	Раздел 5. Производство циркония и гафния							
5.1	<p>Ресурсо- и энергосберегающие схемы переработки цирконийсодержащих концентратов. Варианты разделения циркония и гафния.</p> <p>Обзор способов получения металлического циркония и гафния. Теоретические основы магниетермического способа получения циркония из его тетрахлорида.</p> <p>Практика магниетермического производства циркония и направления его совершенствования.</p> <p>Электролитический способ получения металлического циркония и гафния.</p> <p>Управление качеством в производстве циркония и гафния.</p> <p>Способы рафинирования циркония и гафния.</p> <p>Йодидное рафинирование.</p> <p>Получение компактного металла.</p> <p>Электродуговая и электроннолучевая плавка циркония и гафния. /Лек/</p>	9	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Л2.26 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			
5.2	<p>Сопоставление технологических показателей способов переработки цирконового концентрата.</p> <p>Новые направления в производстве циркония и гафния /Пр/</p>	9	4	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1			P12
	Раздел 6. Производство редкоземельных металлов							

6.1	<p>Ключевые экономические тенденции XXI века. Переход экономики Мира к высокотехнологичным укладам. Базовые принципы проектирования и разработки продукции. Динамика производства и потребления РЗМ. Минерально-сырьевая база РЗМ и перспективы ее развития. Промышленные схемы переработки сырья РЗМ. Экстракционное разделение лантанидов. Физико-химические основы. Технологические схемы. Аппаратура, принципы выбора экстракционного оборудования. Ионообменное разделение лантанидов и окислительно-восстановительные методы. Новые подходы в химической технологии РЗМ. Принципиальная схема получения и использования соединений РЗМ в металлургии этих металлов. Физико-химические основы процессов /Лек/</p>	9	10	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л2.21 Л1.13Л1.1 Л2.6			
6.2	<p>Практические занятия по разделу 5 "Производство редкоземельных металлов" Характеристика сырья, полупродуктов и продуктов технологий производства редкоземельных металлов и их соединений; Сопоставление технологических показателей способов вскрытия концентратов РЗМ и обоснование выбора варианта их переработки Экстракционные методы очистки: преимущества и недостатки экстракции для разделения РЗМ; основные характеристики экстракционных систем; типы экстракционных каскадов и их расчет Сорбционные методы очистки: классификация сорбционных методов разделения РЗМ; требования к ионообменным смолам; виды ионообменной хроматографии /Пр/</p>	9	6	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.1 Л1.1 Л1.9 Л1.1Л2.18 Л2.20 Л2.22 Л2.26			Р13

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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чем объясняется промежуточное образование диоксида молибдена при обжиге молибденита в многоподовой печи? 2. Почему реакция окисления молибденита кислородом можно считать практически необратимой? 3. Предложите метод и разработайте схему установки для изучения кинетики реакции взаимодействия дисульфида молибдена с триоксидом молибдена 4. Какими методами можно установить фазовый состав молибденитовых огарков? 5. Предложите способы конверсии молибдата натрия в молибдат аммония 6. Какие фазы установлены в системе вольфрам-кислород и молибден-кислород? 7. В чем состоят отличия в режимах восстановления триоксида вольфрама и триоксида молибдена? 8. Рассчитайте энергию Гиббса реакции восстановления диоксида молибдена водородом для температуры 800 оС и предельную концентрацию паров воды, выше которой восстановление невозможно. 9. В чем состоит способ получения компактного рения методом порошковой металлургии? 10. Как влияют примеси калия и меди на плотность спеченных штабиков? 11. Предложите классификацию промышленных способов разложения богатых концентратов типа танталит-колумбит 12. Какие танталаты и ниобаты образуются при сплавлении танталит-колумбита с гидроксидом натрия и калия? 13. В составе каких соединений могут присутствовать тантал и ниобий в плавиковокислых растворах в зависимости от избыточной концентрации кислоты? 14. Каков химический и фазовый состав конденсата твердых хлоридов, образующихся при хлорировании лопарита? 15. Из каких стадий состоит схема экстракционного разделения тантала и ниобия? 16. Каковы технические требования на товарный губчатый титан? 17. Сопоставить по технико-экономическим показателям натриетермический и магниетермический способы производства титана из его тетрахлорида. 18. В чем преимущества восстановления диоксида титана гидридом кальция по сравнению с кальцием? 19. На чем основан иодидный способ рафинирования титана? 20. Какими способами получают титановые порошки?
КМ2	Защита курсовой работы	ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислить основные фундаментальные проблемы металлургии тугоплавких редких металлов 2. Перечислить основные аспекты, учитываемые при совершенствовании технологии вскрытия сырья тугоплавких редких металлов. 3. Каковы современные тенденции в производстве тугоплавких редких металлов? 4. Сопоставить термодинамические характеристики процессов 5. Обосновать аппаратное оформление процесса 6. Перечислить преимущества и недостатки процесса 7. Провести оценку эффективности режимов вскрытия концентрата. 8. Как оптимизировать режимы вскрытия концентрата? 9. Каковы требования к исходному сырью? 10. Каковы требования к товарной продукции?

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	Лабораторная работа №1. Характеристика сырья, полупродуктов и продуктов технологий производства тугоплавких редких металлов и их соединений. Обоснование выбора процесса вскрытия	ПК-1-В1;ПК-2-В1	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	ПК-1-В1;ПК-2-В1	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	ПК-1-В1;ПК-2-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-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 аппаратно-технологической схемы
P5	Практические занятия по разделу 1.1. "Производство триоксида вольфрама"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Сопоставление технологических показателей способов вскрытия вольфрамового сырья Сопоставление технологических показателей способов переработки продуктов вскрытия вольфрамового сырья Выбор основного и вспомогательного оборудования
P6	Практические занятия по разделу 1.2 "Производство триоксида молибдена и попутное извлечение рения"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	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

P7	Практические занятия по разделу 1.3 "Производство вольфрама, молибдена и рения"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Аппаратура и технология процессов производства вольфрама, молибдена и рения
P8	Практические занятия по разделу 2.1 "Производство соединений тантала и ниобия из рудного сырья"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	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
P9	Практические занятия по разделу 2.2. "Производство тантала и ниобия"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Сопоставление технологических показателей способов получения тантала и ниобия
P10	Практические занятия по разделу 3.1. "Производство тетраоксида титана"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Сопоставление технологических показателей способов производства титановых шлаков и искусственного рутила Сопоставление технологических показателей систем пылеулавливания и конденсации тетраоксида титана. Выбор основного и вспомогательного оборудования
P11	Практические занятия по разделу 3.2 "Производство титана"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Сопоставление магниетермического и натриетермического процессов восстановления тетраоксида титана. Новые направления в производстве титана.
P12	Практические занятия по разделу "Производство циркония и гафния"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Сопоставление технологических показателей способов переработки цирконового концентрата. Новые направления в производстве циркония и гафния
P13	Практические занятия по разделу "Производство редкоземельных металлов"	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Практические занятия по разделу 5 "Производство редкоземельных металлов" Характеристика сырья, полупродуктов и продуктов технологий производства редкоземельных металлов и их соединений; Сопоставление технологических показателей способов вскрытия концентратов РЗМ и обоснование выбора варианта их переработки Экстракционные методы очистки: преимущества и недостатки экстракции для разделения РЗМ; основные характеристики экстракционных систем; типы экстракционных каскадов и их расчет Сорбционные методы очистки: классификация сорбционных методов разделения РЗМ; требования к ионообменным смолам; виды ионообменной хроматографии
P14	Курсовая работа "Производство редких металлов".	ПК-2-В1;ПК-4-В1	1. Выбор и обоснование варианта схемы переработки рудного концентрата или промпродукта редких металлов в зависимости от химического и минералогического состава и заданного конечного продукта. 2. Расчет основного и вспомогательного оборудования

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

В экзаменационных билетах 3 теоретических вопроса и 1 задача, на подготовку к 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.

Курсовая работа оценивается отдельно.

По результатам защиты курсовой работы выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется при условии, что:

- работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны;
- собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников;
- при написании и защите курсовой работы 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 работ;
- на защите освещены все вопросы исследования, ответы обучающихся на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями;

Оценка «хорошо» ставится, если:

- тема курсовой работы 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 работы обучающихся продемонстрирован средний уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков;
- работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в его оформлении;
- в процессе защиты проекта были неполные ответы на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, когда:

- тема курсовой работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы;
- в работе недостаточно полно была использована литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;
- при написании и защите работы обучающиеся продемонстрирован удовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков;
- работа своевременно представлена 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 курсовой работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования;
- работа не оригинальна,
- при написании и защите работы обучающимся продемонстрирован неудовлетворительный уровень развития общекультурных и профессиональных компетенций;
- работа 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	Кулифеев Владимир Константинович, Леонова Людмила Михайловна, Божко Галина Геннадьевна, Кропачев Андрей Николаевич, Миклушевский Владимир Владимирович	Металлургия редких металлов: лаб. практикум для студ. вузов спец. - Металлургия цветных металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л1.2	Зеликман А. Н., Меерсон Г. А.	Металлургия редких металлов: учеб.пособие для студентов вузов по спец. 'Металлургия цвет.металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1973
Л1.3	Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г.	Металлургия редких металлов: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1991
Л1.4	Зеликман А. Н.	Металлургия тугоплавких редких металлов: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1986
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	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
Л1.7	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
Л1.8	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
Л1.9	Зеликман Абрам Наумович, Колчин Юрий Олегович, Коршунов Борис Георгиевич, др., Коршунов Борис Георгиевич	Металлургия редких металлов и порошковая металлургия: Пособие по применению ЭВМ при выполнении дом.заданий для студ.спец.11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.10	Кулифеев Владимир Константинович, Миклушевский Владимир Владимирович, Подрезов Сергей Владимирович, Божко Галина Геннадьевна, Стрижко Владимир Семенович	Проектирование цехов редкометальной промышленности с использованием системы автоматизированного выполнения курсовых и дипломных проектов: учебно-метод. пособие для студ. спец. 110200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2004
Л1.11	Кулифеев Владимир Константинович, Миклушевский Владимир Владимирович, Подрезов Сергей Владимирович, Кропачев Андрей Николаевич, Стрижко Владимир Семенович	Разработка строительной части при проектировании цехов редкометальной промышленности с использованием системы автоматизированного выполнения курсовых и дипломных проектов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006
Л1.12	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
Л1.13	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
Л1.14	Богатырева Елена Владимировна	Производство тугоплавких редких металлов. Metallургия 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.: Metallургия, 1978
Л2.2	Зеликман А. Н.	Молибден	Библиотека МИСиС	М.: Metallургия, 1970
Л2.3	Колчин Юрий Олегович, Миклушевский Владимир Владимирович, Богатырева Елена Владимировна, Стрижко Владимир Семенович, Медведев Александр Сергеевич	Оборудование гидрометаллургических процессов. Расчет аппаратов гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов спец. Metallургия цв. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	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.: Metallurgy, 1982
Л2.5	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.: Metallurgy, 1983
Л2.6	Вольдман Г. М., Зеликман А. Н.	Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов по спец. 'Физ.-хим. исслед. металлург. процессов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1993
Л2.7	Богатырева Елена Владимировна, Медведев Александр Сергеевич	Теория гидрометаллургических процессов редких и радиоактивных металлов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.8	Медведев Александр Сергеевич, Богатырева Елена Владимировна	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
Л2.9	Болотников Л. Е.	Технологическое проектирование производства редких металлов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1973
Л2.10	Зеликман Абрам Наумович, Медведев Александр Сергеевич, Зеликман Абрам Наумович	Теория гидрометаллургических процессов: лаб. практикум для студ. спец. 0402 и 0635	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.11	Зеликман Абрам Наумович, Медведев Александр Сергеевич, Коршунов Борис Георгиевич, Зеликман Абрам Наумович	Теория гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 11.02, 01.2, 21.03	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1992
Л2.12	Медведев Александр Сергеевич, Коршунов Борис Георгиевич, Коршунов Борис Георгиевич	Теория и технология производства редких и цветных металлов: Лаб.практикум для студ.спец.0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.13	Крейн Ольга Ефимовна, Беляевская Людмила Васильевна, Вольдман Григорий Маркович, др., Коршунов Борис Георгиевич	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
Л2.14	Коршунов Борис Георгиевич, Егорычев Ким Николаевич, Зеликман Абрам Наумович, Кулифеев Владимир Константинович, Коршунов Борис Георгиевич	Металлургия тугоплавких металлов и проектирование цехов: пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1992
Л2.15	МИСиС, Коршунов Б. Г.	Вып. 169: Металлургия редких металлов. Порошковая металлургия: Темат. сб. науч. тр.	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.16	МИСиС, Коршунов Б. Г.	Вып. 179: Научные основы процессов получения редких металлов, их соединений и композитов: Темат. сб. науч. тр.	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.17	Болотников Лев Ефимович	Основы проектирования и строительного дела: Общие вопросы организации проектирования: курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1992
Л2.18	Медведев А. С.	Выщелачивание и способы его интенсификации	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.19	Болотников Лев Ефимович, Лексин Владимир Николаевич	Основы проектирования предприятий цветной металлургии. Разд. Основы технологического проектирования: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1979
Л2.20	Коршунов Борис Георгиевич	Теория гидromеталлургических процессов. Разд. Термодинамика и кинетика процессов выщелачивания: сб. вопросов и задач, учеб. пособие для домаш. работ	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1979
Л2.21	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
Л2.22	Богатырева Елена Владимировна	Прогрессивные технологии производства редких металлов: лабораторный практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.23	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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.24	Богатырева Елена Владимировна, Соколов В. А., Стрижко Леонид Семенович, др.	Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л2.25	Медведев Александр Сергеевич, Александров Павел Владимирович	Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидromеталлургических процессов (N 2929): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016
Л2.26	Богатырева Елена Владимировна	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)	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	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 http://www.factsage.com
И.2	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/
И.3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru/

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

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
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	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 №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 Office.
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.