

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 легких металлов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 102

самостоятельная работа 42

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 9

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
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	102	102	102	102
Контактная работа	102	102	102	102
Сам. работа	42	42	42	42
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Киров Сергей Сергеевич; ст.преп., Хайруллина Римма Талгатовна

Рабочая программа

Производство легких 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 (модуля) - подготовка специалиста к научно-технической и организационно-методической деятельности, ориентированной на производство глинозема из
1.2	различных видов алюминийсодержащего сырья, а также в области маркетинга

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.14
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 промышленных 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	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.31	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.32	Аффинаж благородных металлов
2.2.33	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.2.34	Инженерия биоповерхностей
2.2.35	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.36	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.37	Материалы на основе углерода
2.2.38	Металловедение, часть 3
2.2.39	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.40	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.41	Моделирование литейных процессов
2.2.42	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.43	Обращение со шлаками и шламами
2.2.44	Планирование эксперимента
2.2.45	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.46	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.47	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.48	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.49	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.50	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.51	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.52	Экологическая экспертиза
2.2.53	Научно-исследовательская работа
2.2.54	Научно-исследовательская работа
2.2.55	Научно-исследовательская работа
2.2.56	Научно-исследовательская работа
2.2.57	Научно-исследовательская работа
2.2.58	Научно-исследовательская работа
2.2.59	Научно-исследовательская работа
2.2.60	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.61	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.62	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.63	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.64	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.65	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.66	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий

Знать:

ПК-3-31 Способы расчета эффективности использования материалов (и наноматериалов)

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:

ПК-2-32 Основные требования для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов

ПК-2-31 Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных, редких и благородных металлов
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий
Уметь:
ПК-3-У1 Проводить расчет эффективности использования материалов (и наноматериалов)
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов
Уметь:
ПК-2-У2 Разрабатывать алгоритмы для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов
ПК-2-У1 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий
Владеть:
ПК-3-В1 Анализ эффективности использования материалов
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 цветных металлов и их соединений
ПК-2-В2 Навык разработки алгоритмов для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение							
1.1	Вводное занятие /Лек/	9	1	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			
1.2	Фундаментальные проблемы производства глинозема. Марки глинозема. Анализ фазового состава, физико-механических и химических свойств алюминий содержащего сырья и глинозема различных марок, а также области их применения. Базовые принципы проектирования и разработки продукции и операционных переделов различных технологий /Лек/	9	2	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.7 Э1 Э4 Э5			
	Раздел 2. Современное состояние глиноземного производства и отходов, связанных с ним							
2.1	Современное состояние и пути совершенствования щелочных способов производства глинозема /Лек/	9	4	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.7 Э1 Э4 Э5			

2.2	Физико-химические основы щелочных способов производства глинозема /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
2.3	Аппаратурно-технологическая схема щелочных способов производства глинозема и пути ее совершенствования /Лек/	9	2	ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.7 Э2 Э3			
2.4	Особенности процесса выщелачивания гидробитобемитовых бокситов по последовательно комбинированному варианту Байер-гидрохимия /Лек/	9	3	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7 Э1 Э4 Э5			
2.5	Особенности процесса выщелачивания бокситов. Автоклавное выщелачивание и выщелачивание в аппаратах ВТТВ (высокотемпературное трубчатое выщелачивание). /Лек/	9	2	ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7 Э1 Э4 Э5			
2.6	Расчет материального баланса на 1 т Al ₂ O ₃ при производстве глинозема из бокситов по способу Байера (гидрохимия) /Пр/	9	5	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7			Р1,Р2,Р3
2.7	Классификация алюминийсодержащего сырья по особенностям вскрытия кислотами и щелочами и энергетическими затратами /Лек/	9	1	ПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
2.8	Кислотные способы переработки алюминийсодержащего сырья. Отработанные растворы и проблемы их утилизации /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
2.9	Комплексное использование глиноземсодержащего сырья и основные направления его увеличения /Лек/	9	3	ПК-2-В1 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э4 Э5		КМ1	
2.10	Домашнее задание 1. Расчет автоклавной установки для выщелачивания диаспобемитового боксита /Ср/	9	21	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э2 Э3 Э6			
	Раздел 3. Переработка техногенных отходов на глинозем							
3.1	Переработка золошлаков ТЭС и пути ее совершенствования. /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
3.2	Барабанная печь – основной аппарат для спекания глинозем содержащих шихт /Пр/	9	2	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7 Э2 Э3			Р4

3.3	Расчет материального баланса на 1 т Al_2O_3 при производстве глинозема по способу спекания /Пр/	9	5	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7			Р1,Р3,Р5
3.4	Пути совершенствования технологии обескремнивания алюминатных растворов и регенерация Al_2O_3 из гидрогранатового шлама /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7 Э1 Э4 Э5			
3.5	Красные шламы. Химический и фазовый состав и классификация шламов. Способы их утилизации /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
3.6	Расчет материального баланса на 1 т Al_2O_3 при производстве глинозема из бокситов по последовательному варианту Байер-спекание. Контрольная работа №2 /Пр/	9	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7		КМ2	Р1,Р3,Р6
3.7	Технико-экономическая оценка различных способов переработки техногенных отходов на глинозем /Лек/	9	1	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.7 Э2			
Раздел 4. Современное состояние электролитического производства алюминия								
4.1	Характеристика сырья, основных и вспомогательных материалов при электролитическом производстве алюминия. Материальный баланс сырья и материалов /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.7			
4.2	Материальный баланс алюминиевого электролизера: основные статьи прихода и расхода исходного сырья, расчет прихода и расхода материалов. /Пр/	9	2	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.7 Э1 Э6			Р7
4.3	Кинетические свойства электролита при производстве технического алюминия. Термодинамика и кинетика основных электродных реакций при производстве алюминия /Лек/	9	6	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.7			
4.4	Термодинамические расчеты при производстве алюминия /Пр/	9	2	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В2 ПК-3-У1	Л1.3 Л1.4Л2.7 Э1 Э5 Э6			Р8

4.5	Электролизеры для производства алюминия: классификация электролизеров, катодное и анодное устройство, токоподвод, огнеупорная и теплоизоляционная футеровка, система газоулавливания. Обоснование выбора типа электролизера. /Лек/	9	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.7			
4.6	Электрический баланс алюминиевого электролизера: падение напряжения в электролите, аноде, катоде, ошиновке, анодный эффект. /Пр/	9	3	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.4Л2.7 Э1 Э6			Р9
4.7	Расчет тепловых потерь при работе электролизера. Энергетический баланс и его анализ. /Пр/	9	3	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.7 Э1 Э6			Р10
4.8	Пусконаладочные работы при пуске электролизера. Поддержание технологических параметров в заданных пределах. Монтаж, демонтаж и капитальный ремонт электролизера. /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.7		КМ3	
4.9	Конструктивные расчеты алюминиевой ванны: выбор силы и плотности тока, расчет основных размеров электролизера, расчет ошиновки /Пр/	9	2	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э6			Р11
Раздел 5. Вторичная металлургия алюминия								
5.1	Металлургия вторичного алюминия. Технология плавки алюминиевых отходов и лома /Лек/	9	5	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.7			
5.2	Рафинирование алюминиевых сплавов. Цех по переработке алюминиевых отходов и лома /Лек/	9	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.7			
5.3	Основные принципы расчета шихтоподготовки при плавке алюминиевого лома /Пр/	9	3	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.7 Э1 Э3 Э5 Э6			Р12
5.4	Домашнее задание 2. Расчет основных параметров индукционной печи /Ср/	9	21	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.7Л3.1 Э1 Э3 Э5 Э6			
Раздел 6. Технология и экология электролитического производства магния								

6.1	Теоретические и эксплуатационные основы получения магния электролизом. Аппаратурно-технологические схемы процесса. Основные направления усовершенствования технологии электролиза /Лек/	9	6	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.7			
6.2	Рафинирование магния и получение магниевых сплавов /Лек/	9	3	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.7			
6.3	Основные принципы расчета материального и энергетического балансов магниевого электролизера /Пр/	9	3	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6		КМ4	Р13

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-3-31;ПК-3-У1	<p>Примерные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Охарактеризуйте основные типы бокситов. 2) Приведите основные принципы построения технологии Байера. 3) Каковы особенности процесса карбонизации алюминатных растворов? 4) Основные принципы и стадийность кислотной технологии переработки алюминийсодержащего сырья. 5) Чем определяется эффективность процесса карбонизации? 6) Охарактеризуйте основные марки глинозема. 7) Дайте сравнительную оценку качества выпускаемого глинозема (согласно марок ГОСТ 30558-98). 8) Когда применяется содово-известковое выщелачивание бокситов? 9) Почему в схемах с использованием автоклавов с глухим нагревом удельный расход тепла на 1 т Al₂O₃ в 2 раза ниже, чем в схемах с автоклавами с нагревом острым паром? 10) Каким требованиям должна удовлетворять "паспортная шихта"?

КМ2	Контрольная работа №2	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>Примерные задания:</p> <p>1) Дан минералогический состав образца, % по массе: - образец 1: гиббсит - 60, бемит - 1, алломогетит - 14, гематит - 14, каолинит - 7, кварц - 1, рутил (анатаз) - 2, остальное прочие; - образец 2: гиббсит - 56, бемит - 3, алломогетит - 18, гематит - 14, каолинит - 5, кварц - 1, рутил (анатаз) - 2, остальное прочие. а) Оцените эффективность переработки этих бокситов по технологии спекания. б) Сравните потери Al_2O_3 при переработке данных бокситов по технологии Байера. в) Сравните потери Na_2O при переработке боксита образца 1 (образца 2) по технологии Байера при добавлении на переделе выщелачивания 5 % CaO и без добавки CaO. г) Предложите аппаратное оформление передела выщелачивания бокситов представленных проб.</p> <p>2) Дан химический состав боксита, % по массе: - образец 1: Al_2O_3 - 44, Fe_2O_3 - 25, SiO_2 - 4, TiO_2 - 2, CaO - 1, остальное - прочие; - образец 2: Al_2O_3 - 42, Fe_2O_3 - 28, SiO_2 - 3, TiO_2 - 2, CaO - 1, остальное - прочие; а) Сравните потери Na_2O при переработке данных бокситов по технологии Байера. б) Сравните потери Al_2O_3 при переработке боксита образца 1 (образца 2) по технологии Байера при добавлении на переделе выщелачивания 5 % CaO и без добавки CaO. в) Предложите технологические решения по переработке бокситов представленных проб. г) Оцените эффективность переработки этих бокситов по технологии Байера.</p>
КМ3	Контрольная работа №3	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-3-31;ПК-3-У1	<p>Примерные вопросы:</p> <p>1) Законы термодинамики применительно к работе алюминиевого электролизёра. Уравнение энергетического баланса. 2) Особенности процесса введения добавок в электролит. Критерии выбора добавок. Влияние добавок на процесс электролиза. 3) Скорость и механизм растворения глинозёма в электролите. Влияние различных факторов на скорость растворения. 4) Термическая устойчивость обожжённого анода. Технологические нарушения, связанные с работой обожжённого анода. 5) Послепусковой период работы электролизера. Вывод электролизёра на нормальный технологический режим. 6) Электролизёры с обожжёнными анодами. Достоинства и недостатки конструкции. Техничко-экономические показатели его работы. 7) Вязкость и теплопроводность электролита. Оптимальный состав электролита. Критерии оптимизации. 8) Свойства фторсолей и их поведение в ванне, основные статьи расхода и прихода фторсолей. Контроль и поддержание концентрации фторида алюминия в ванне. 9) Основные причины разрушения катода. Срок службы электролизёра. 10) Ошиновка алюминиевого электролизёра. Её назначение и конструкция.</p>

КМ4	Контрольная работа №4	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-2-В2;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>Примерные вопросы:</p> <p>1) Рассчитать основные параметры индукционной тигельной печи, работающей на плавку алюминия, если температура разливки металла 750 °С, рабочая емкость печи 6 т, средняя толщина тигля 151 мм, а соотношение внутреннего диаметра индуктора и тигля 1,35.</p> <p>2) Рассчитать материальный баланс алюминиевого электролизера с самообжигающимся анодом на силу тока 120 кА. Выход металла по току 87 %. Расход сырья на 1 кг получаемого алюминия: 1,92 кг Al₂O₃, 0,025 кг AlF₃, 0,02 кг Na₃AlF₆, 0,53 кг анодной массы.</p> <p>3) Рассчитать материальный баланс магниевое электролизера с верхним токоподводом анодов на силу тока 110 кА, если выход металл по току составил 85 %. Сырье для питания электролизера – безводный карналлит. Состав исходного сырья, основных и побочных продуктов электролиза:</p> <p>а) Безводный карналлит: MgCl₂ – 50,7, MgO – 0,5, CaCl₂ – 0,1, KCl – 42,9, NaCl – 5,8;</p> <p>б) Отработанный электролит: MgCl₂ – 5,5, MgO – 0,02, CaCl₂ – 1,2, KCl – 81,48, NaCl – 11,8;</p> <p>в) Шлам: MgCl₂ – 5,3, MgO – 21,4, CaCl₂ – 1,5, KCl – 40,8, NaCl – 27,5, Mg – 3,5;</p> <p>г) Хлоридный возгон: MgCl₂ – 30,9, MgO – 1,8, CaCl₂ – 0,5, KCl – 38,1, NaCl – 28,7;</p> <p>д) Магний сырец: MgCl₂ – 0,2, KCl – 1,3, NaCl – 1,0, Mg – 97,5.</p>
-----	-----------------------	---	--

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
Р1	П.Р. 1 - Физико-химические основы щелочных способов производства глинозема	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Анализ поведения кремнийсодержащих соединений при выщелачивании. Поведение карбонатов и серы в процессе переработки алюминий содержащего сырья. Основные диаграммы состояния в процессе производства глинозема.
Р2	П.Р. 2 - Расчет материального баланса на 1 т Al ₂ O ₃ при производстве глинозема из бокситов по способу Байера	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчет материальных потоков основных технологических переделов переработки алюминий содержащего сырья по технологии Байера. Определение "узкого" места технологии. Расчет расходных коэффициентов для выбранного типа сырья. Оценка целесообразности (эффективности) его переработки по данной технологии.
Р3	П.Р. 3 - Аппаратурно-технологическая схема щелочных способов производства глинозема и пути ее совершенствования	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчет и выбор основного (вспомогательного) оборудования. Составление аппаратурно-технологических схем процесса переработки алюминий содержащего сырья щелочными способами. Расчет необходимого количества выбранного оборудования для заданной производительности участка (технологии). Оценка эффективности работы выбранного оборудования.
Р4	П.Р. 4 - Барабанная печь – основной аппарат для спекания глинозем содержащих шихт	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В2	Конструкция и принцип работы аппарата. Расчет (выбор) основных характеристик печи. Расчет производительности печи и необходимого количества аппаратов для обеспечения заданной производительности участка (передела). Оценка эффективности (показателей) работы барабанной печи при спекания глинозем содержащих шихт.
Р5	П.Р. 5 - Расчет материального баланса на 1 т Al ₂ O ₃ при производстве глинозема по способу спекания	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчет материальных потоков основных технологических переделов переработки алюминий содержащего сырья по технологии спекания. Определение "узкого" места технологии. Расчет расходных коэффициентов для выбранного типа сырья. Оценка целесообразности (эффективности) его переработки по данной технологии.

P6	П.Р. 6 - Расчет материального баланса на 1 т Al_2O_3 при производстве глинозема из бокситов по последовательному варианту Байер-спекание	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчет материальных потоков основных технологических переделов переработки алюминий содержащего сырья по комбинированной технологии Байер-спекание. Определение "узкого" места технологии. Расчет расходных коэффициентов для выбранного типа сырья. Оценка целесообразности (эффективности) его переработки по данной технологии.
P7	П.Р. 7 - Материальный баланс алюминиевого электролизера: основные статьи прихода и расхода исходного сырья, расчет прихода и расхода материалов	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Материальный баланс алюминиевого электролизера для получения технического алюминия: основные статьи прихода и расхода исходного сырья, вспомогательных материалов (в том числе анодов, электролита и т.п.), отходящих газов, пылей и возгонов. Расчет основных расходных коэффициентов и отходов технологии.
P8	П.Р. 8 - Термодинамические расчеты при производстве алюминия	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В2;ПК-3-У1	Схема термодинамического цикла получения алюминия. Термодинамические характеристики процесса электролитического получения алюминия. Расчет основных термодинамических функций.
P9	П.Р. 9 - Электрический баланс алюминиевого электролизера: падение напряжения в электролите, аноде, катоде, ошиновке, анодный эффект	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-В1	Основы составления электрического баланса алюминиевого электролизера для производства технического алюминия. Электрохимические составляющие напряжения. Падение напряжения в электролите. Падение напряжения в аноде. Падение напряжения в катоде. Падение напряжения в ошиновке. Повышение напряжения за счет анодных эффектов. Баланс напряжений для различных типов ванн.
P10	П.Р. 10 - Расчет тепловых потерь при работе электролизера. Энергетический баланс и его анализ	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Статьи прихода и расхода тепла в алюминиевом электролизере. Потери тепла конструктивными элементами электролизера, за счет теплопроводности, конвективного теплообмена и передачи энергии излучением. Уравнение непрерывности теплового потока и его применение. Результаты расчетов тепловых потерь и их анализ. Общий энергетический баланс электролизера. Результаты расчетов энергетического баланса и его анализ.
P11	П.Р. 11 - Конструктивные расчеты алюминиевой ванны: выбор силы и плотности тока, расчет основных размеров электролизера, расчет ошиновки	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Основы процесса и конструкции электролизеров получения технического алюминия. Катодное и анодное устройство. Сравнительные характеристики электролизеров разного типа. Выбор силы и плотности тока. Расчет основных размеров электролизера. Расчет ошиновки электролизеров. Системы газоулавливания.
P12	П.Р. 12 - Основные принципы расчета шихтоподготовки при плавке алюминиевого лома	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Подготовка алюминиевых отходов и лома к плавке. Металлические и неметаллические примеси в алюминиевых сплавах. Расчет рационального состава шихты для плавки алюминия. Шихтоподготовка и рекомендации по рациональному использованию сырья.
P13	П.Р. 13 - Основные принципы расчета материального и энергетического балансов магниевого электролизера	ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Материальный баланс магниевого электролизера для получения магния технической чистоты: основные статьи прихода и расхода исходного сырья, вспомогательных материалов (в том числе электролита), отходящих газов, шламов и возгонов. Расчет основных расходных коэффициентов и отходов технологии.

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

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.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Воробьев Игорь Борисович, Хайруллина Римма Талгатовна, Николаев Иван Васильевич	Металлургия глинозема: учеб. пособие для студ. вузов спец. 110200-Металлургия цветных металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л1.2	Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А.	Металлургия легких металлов: учебник для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Интернет инжиниринг, 2005
Л1.3	Николаев И. В., Москвитин В. И., Фомин Б. А.	Металлургия легких металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1997
Л1.4	Фомин Борис Алексеевич, Москвитин Владимир Иванович, Николаев Иван Васильевич, Овчинников Владислав Александрович, Гульдин Иван Тимофеевич	Металлургия легких металлов: лаб. практикум для студ. спец.0402	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л1.5	Киров Сергей Сергеевич, Хайруллина Римма Талгатовна	Металлургия глинозема: сб. тестов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.6	Киров Сергей Сергеевич, Хайруллина Римма Талгатовна	Металлургия глинозема: сб. задач: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.7	Хайруллина Римма Талгатовна, Киров Сергей Сергеевич	Переработка алюминийсодержащих руд (N 2963): практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Абрамов Н. Н., Белов В. А., Гершман Е. И., др., Калошкин Сергей Дмитриевич	Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.2	Абрамов Ю. А., Андреев В. Н., Горбунов Б. И., др., Косилова А. Г., Мещеряков Р. К.	Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2.	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1985
Л2.3	Абрамов А. А.	Обогащительные процессы и аппараты	Библиотека МИСиС	, 2001
Л2.4	Абрамов А. А.	Обогащительные процессы и аппараты	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2010
Л2.5	Абрамовская Л. А., Адамский П. С., Азаматов Ф. Л., др., Остапенко П. Е.	Технологическая оценка минерального сырья. Опытные установки: справочник	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1991
Л2.6	Абрамов А. А.	Технология обогащения руд цветных металлов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1983
Л2.7	Лысенко Андрей Павлович, Хайруллина Римма Талгатовна	Металлургия алюминия: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Metallургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Логинова Н. П., Климова М. В.	Курсовые и дипломные работы: структура, оформление, порядок защиты: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2010

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Э2	Федеральный институт промышленной собственности	https://www.fips.ru/
Э3	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору	http://www.gosnadzor.ru/
Э4	Российская государственная библиотека им. В.И. Ленина	https://www.rsl.ru/
Э5	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
Э6	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	Консультант Плюс

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА - eLIBRARY.RU - https://elibrary.ru/defaultx.asp?
И.2	Российская государственная библиотека им. В.И. Ленина - https://www.rsl.ru/
И.3	Государственная публичная научно-техническая библиотека России - http://www.gpntb.ru/
И.4	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору - http://www.gosnadzor.ru/
И.5	Справочно-правовая система (СПС) «Консультант Плюс» - https://cons-plus.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
К-541	Учебная аудитория	проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели
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.
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 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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.
2. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, средств LMS CANVAS И и при личной явке.