

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Документ подписан проставлен в электронном виде
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и образовательной политике
 «Запорожский государственный университет им. Н.М. Федоровского»
 Дата подписания: 25.06.2026 10:54:42 (ЗГУ)
 Уникальный программный ключ:
 1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по ОД и МП
 _____ Крюков В.Н.

Производство никеля и кобальта

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**
 Учебный план 22.03.02_бак_оч-заоч_TM-2026.plx
 Направление подготовки: **Металлургия**
бакалавр

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

Виды контроля в семестрах: зачет 5, экзамен 6, КП 6

в том числе:

аудиторные занятия 40

самостоятельная работа 149

Часы на контроль 27

Распределение часов дисциплины по

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)				
	Неделя				
Неделя	18				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	
Лекции	8	8	12	12	20
Практические	8	8	12	12	20
Итого ауд.	16	16	24	24	40
Контактная работа	16	16	24	24	40
Сам. работа	56	56	93	93	149
Часы на контроль			27	27	27
Итого	72	72	144	144	216

Программу составил(и):

Ст. преподаватель Каверзин А.В. _____

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от 10.06.2026г. № 11

Срок действия программы: 2026-2031 уч.г.

И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Л.В. Крупнов _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Л.В. Крупнов _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Л.В. Крупнов _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент Л.В. Крупнов _____ 2030 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2030 г. № ____
Зав. кафедрой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	освоения дисциплины являются: подготовить студентов к заключительному этапу обучения - дипломному проектированию и самостоятельной инженерной деятельности в области технологии, исследования и проектирования процессов получения меди и ее спутников.
1.2	Задачами дисциплины являются:
1.3	- Овладение навыками анализа технологических процессов;
1.4	- Овладение навыками расчетов технологического оборудования для переработки никельсодержащего сырья;
1.5	- Овладение навыками составления технологических схем переработки никельсодержащего сырья.
1.6	- Отработка навыков работы со специальной литературой: учебниками, задачками, справочниками, электронными ресурсами и др.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Неорганическая химия
2.1.2	Обогащение руд цветных металлов
2.1.3	Введение в профиль
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Промышленная вентиляция металлургических предприятий
2.2.2	Экология металлургического производства
2.2.3	Газоочистка и пылеулавливание
2.2.4	Переработка техногенных ресурсов

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1.1: Применяет знания основных закономерностей протекания металлургических процессов для повышения эффективности производства цветных металлов	
Знать:	
Уметь:	
Владеть:	
ПК-1.2: Использует основные принципы разработки технических решений и технологий в области металлургии	
Знать:	
Уметь:	
Владеть:	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.2.1	
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте пакт.	Примечание
Раздел 1. Семестр							
1.1	Структура и содержание курса. Классификация никельсодержащего сырья /Лек/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.2	Структура и содержание курса. Классификация никельсодержащего сырья /Пр/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	

1.3	Структура и содержание курса. Классификация никельсодержащего сырья /Ср/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.4	Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития /Лек/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.5	Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития /Пр/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.6	Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития /Ср/	5	7	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.7	Технологические схемы и основное оборудование /Лек/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.8	Технологические схемы и основное оборудование /Пр/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.9	Технологические схемы и основное оборудование /Ср/	5	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.10	Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке /Лек/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.11	Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке /Пр/	5	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.12	Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке /Ср/	5	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.13	Обжиг никелевых концентратов /Лек/	5	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.14	Обжиг никелевых концентратов /Пр/	5	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.15	Обжиг никелевых концентратов /Ср/	5	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
Раздел 2. Семестр 6							
2.1	Переработка штейна на файнштейн /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.2	Переработка штейна на файнштейн /Пр/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.3	Переработка штейна на файнштейн /Ср/	6	18	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	

2.4	Непрерывные совмещенные процессы комплексной переработки медьсодержащего сырья /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.5	Непрерывные совмещенные процессы комплексной переработки медьсодержащего сырья /Пр/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.6	Непрерывные совмещенные процессы комплексной переработки медьсодержащего сырья /Ср/	6	18	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.7	Электролитическое рафинирование меди /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.8	Электролитическое рафинирование меди /Пр/	6	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.9	Электролитическое рафинирование меди /Ср/	6	18	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.10	Пирометаллургия кобальта /Лек/	6	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.11	Пирометаллургия кобальта /Пр/	6	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.12	Пирометаллургия кобальта /Ср/	6	19	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.13	Основы гидрометаллургии кобальта /Лек/	6	7	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.14	Основы гидрометаллургии кобальта /Пр/	6	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
2.15	Основы гидрометаллургии кобальта /Ср/	6	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

- Агломерирующий обжиг никелевого концентрата.
Нарисуйте технологическую схему АЦ НЗ. Опишите физико-химическую сущность процесса агломерации, основные факторы, влияющие на показатели агломерирующего обжига. Приведите характеристики исходных и промежуточных продуктов, основных технологических материалов АЦ НЗ.
- Рудно-термическая плавка агломерата в ПЦ НЗ.
Нарисуйте и опишите конструкцию и принцип действия печи РТП. Опишите физико-химическую сущность процесса, основные факторы, влияющие на показатели РТП. Приведите характеристики исходных и конечных продуктов.
- Флотационное разделение файнштейна.
Нарисуйте схему материальных потоков и технологических операций флотационного разделения медно-никелевого файнштейна в У РФ ОЦ НЗ. Опишите физико-химическую сущность процесса, основные факторы, влияющие на показатели флотации. Приведите характеристики исходных и промежуточных продуктов, основных технологических материалов ОЦ НЗ.
- Обжиг никелевого концентрата на комплексе КС-ТВП.

Нарисуйте схему материальных потоков и технологических операций ОЦ НЗ. Опишите физико-химическую сущность процесса обжига, основные факторы, влияющие на восстановление огарка КС в ТВП. Приведите характеристики исходных и промежуточных продуктов ОЦ НЗ,

5. Производство реагентного никелевого порошка в ОЦ НЗ.
Опишите физико-химическую сущность технологии получения реагентного никелевого порошка, основные факторы, влияющие на восстановление полувосстановленного огарка КС в ОГНП. Приведите характеристики исходных и промежуточных продуктов ОГНП ОЦ НЗ.

6. Производство черного анодного никеля в печах РНБ и ОКБ.
Опишите принцип работы и физико-химическую сущность процесса электроплавки, основные факторы, влияющие на восстановление никелевого порошка ТВП. Влияние состава сплава на его характеристики.

7. Производство катодного никеля в ЦЭН НЗ.
Нарисуйте конструкцию электролизной ванны и приведите ее характеристики. Опишите физико-химическую сущность процесса электрорафинирования никелевых анодов, основные факторы, влияющие на процесс электролиза никеля. Влияние состава черного никелевого сплава на процесс анодного растворения.

8. Очистка никелевого анолита от примесей.
Нарисуйте технологическую схему ЦЭН НЗ. Опишите физико-химическую сущность процесса очистки анолита от меди, железа и кобальта, основные факторы, влияющие на осаждение примесей. Влияние режимных параметров очистки на качество цементной меди и железо-кобальтовой пульпы ЦЭН.

9. Переработка железо-кобальтовой пульпы в ХКЦ.
Нарисуйте технологическую схему ХКЦ НЗ. Опишите физико-химическую сущность процессов растворения железо-кобальтовой пульпы, очистки раствора от железа. Влияние режимных параметров на качество железистого кека ХКЦ. Приведите характеристики исходных и промежуточных продуктов передела железоочистки ХКЦ.

10. Производство гидроксида кобальта в ХКЦ.
Опишите физико-химическую сущность процесса производства товарного гидроксида кобальта из раствора после железоочистки. Влияние режимных параметров на качество операции осаждения 1-го и товарного гидроксида кобальта, растворение 1-го гидроксида кобальта и очистку от марганца. Приведите характеристики исходных и промежуточных продуктов ХКЦ.

11. Производство огневого кобальта в ХКЦ.
Нарисуйте и опишите конструкцию и принцип действия печи Грамолина. Опишите физико-химическую сущность процесса обжига гидроксида кобальта и восстановления оксида кобальта до металлического, основные факторы, влияющие на процесс плавки. Приведите характеристики исходных и конечных продуктов.

12. Выщелачивание пирротинового концентрата в ГМУ НМЗ.
Нарисуйте и опишите конструкцию и принцип автоклава. Опишите физико-химическую сущность процесса выщелачивания пирротинового концентрата, основные факторы, влияющие на процесс. Приведите характеристики исходных и конечных продуктов.

13. Выплавка серы в ГМУ НМЗ.
Нарисуйте технологическую схему переработки пирротинового концентрата в ГМУ НМЗ. Опишите физико-химическую сущность процесса выплавки серы, основные факторы, влияющие на процесс. Приведите характеристики исходных и конечных продуктов.

14. Плавка шихты в ПВП на НМЗ.
Нарисуйте и опишите конструкцию и принцип действия печи ПВП. Опишите физико-химическую сущность процесса плавки, основные факторы, влияющие на показатели работы ПВП и качество штейна. Приведите характеристики исходных и конечных продуктов.

15. Конвертирование никелевого штейна на НМЗ.
Нарисуйте и опишите конструкцию и принцип действия конвертера. Опишите физико-химическую сущность процесса конвертирования, основные факторы, влияющие на качество фанштейна. Приведите характеристики исходных и конечных продуктов.

5.2. Темы письменных работ

Самостоятельная работа

5.3. Фонд оценочных средств

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования . Тестовое задание по дисциплине содержит 25 вопросов.

- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;
- Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60% тестовых заданий;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%.

Критерии оценки знаний студентов при проведении промежуточной аттестации Экзаменационный билет содержит 3 вопроса.

- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного и полного ответа студента на все три вопроса, а также на все дополнительные вопросы;
- Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента на все три вопроса, но при этом ответы неполные или в них допущены неточности; даны ответы более чем на 50% дополнительных вопросов;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии неполного ответа студента на все три вопроса либо дан полный ответ на два вопроса, на третий вопрос ответ отсутствует; даны ответы менее чем на 50% дополнительных вопросов.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства по категории "ЗНАТЬ": контрольные вопросы, тесты, экзаменационные билеты.
 Оценочные средства по категории "УМЕТЬ": расчетные задания, тесты, экзаменационные билеты.
 Оценочные средства по категории "ВЛАДЕТЬ": расчетные задания.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	под общ. ред. Н. Г. Кайтмазова	Производство металлов за полярным кругом: технологическое пособие	Норильск, 2007	26
Л1.2	Набойченко С. С. [и др.]	Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов: В 3-х т.	Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009	6
Л1.3	Шиврин Г. Н.[и др.]	Проблемы электролиза меди и никеля: [монография]	Рязань: НП "Голос губернии", 2011	3
Л1.4	Гос. ун-т цв. металлов и золота; сост. Н.В. Марченко, Е.П. Вершинина	Металлургия тяжелых металлов: метод. указания к курсовому проектированию для студентов спец. 110200 "Металлургия цв. металлов"	Красноярск, 2005	9

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Вольдман Г.М., Зеликман А.Н.	Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. пособие для вузов	М.: Интермет инжиниринг, 2003	50
Л2.2	Носова О. В., Юрьев А. И.	Курсовое и дипломное проектирование. Технологические расчеты: учеб. пособие	Норильск: НИИ, 2012	49
Л2.3	Дриц М.Е., Дриц А.М., Будберг П.Б.	Свойства элементов: справочник: В 2 кн.	М.: Изд. дом "Руда и Металлы", 2003	2

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог ЗГУ http://biblio.norvuz.ru
----	---

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.3	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.4	MS Windows XP (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.5	ABBY FineReader 10 (Номер лицензии 94965 от 25.08.2010)

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронная библиотечная система www.iprbookshop.ru ;
6.3.2.2	ЭБ ЗГУ

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения лекций;
7.2	Учебные аудитории для практических (семинарских) занятий;
7.3	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельной работы; текущего контроля и промежуточной аттестации;
7.4	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для успешного освоения учебного материала студенту необходимо ясно понимать значимость и место дисциплины в его профессиональной подготовке и активно участвовать во всех видах учебного процесса. По дисциплине учебным планом предусмотрена контактная и самостоятельная работа обучающегося.

Контактная работа включает лекционные, практические и лабораторные занятия, коллективные и индивидуальные консультации.

На лекционных занятиях необходимо внимательно слушать преподавателя, подробно и аккуратно вести конспект, который дополняется и корректируется в процессе самостоятельной проработки материала. Практические занятия предусмотрены для формирования умений и навыков применения теории на практике для решения профессиональных задач.

Перед лабораторным занятием студенту необходимо проработать предыдущий теоретический курс, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу, а также ознакомиться с ходом работы в соответствии с источниками.

На практических занятиях студентами выполняются тематические и расчетные задания по темам курса. Студенту необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю.

Текущий контроль проводится в виде: защиты практических заданий и отчетов по лабораторным работам.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:

1. студенты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий);
2. студенты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины);
3. организованы еженедельные консультации.

Промежуточная аттестация по дисциплине. Подготовка к промежуточной аттестации включает проработку теоретического материала, ответы на контрольные вопросы. Вопросы, возникающие во время подготовки, можно выяснить во время консультации.

Для получения допуска студент должен выполнить, оформить и сдать все виды работ, предусмотренные тематическим планом учебной программы дисциплины.

Допуск выставляется только в случае положительной аттестации по всем контрольным точкам и после выполнения студентом всех видов самостоятельной и аудиторной работы.