

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

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

ТЕОРИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Теория электрометаллургических процессов

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 **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Виды контроля в семестрах: зачет 5, зачет с оценкой 6

в том числе:

аудиторные занятия 28

самостоятельная работа 143

Часы на контроль 9

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)				
Неделя	18				
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	
Лекции	8	8	6	6	14
Практические	8	8	6	6	14
Итого ауд.	16	16	12	12	28
Контактная работа	16	16	12	12	28
Сам. работа	56	56	87	87	143
Часы на контроль			9	9	9
Итого	72	72	108	108	180

Программу составил(и):

Ст.преподаватель *Рогова Людмила Иннокентьевна* _____

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	формирование уровня знаний необходимого для решения задач связанных с э получением металлов электрометаллургическими способами. Изучение дисциплины позволит освоить технологии электроэкстракции и электролитического рафинирования металлов.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математический анализ
2.1.2	Введение в профиль
2.1.3	Физическая химия
2.1.4	Физика
2.1.5	Общие химические технологии
2.1.6	Кристаллохимия
2.1.7	Обогащение руд цветных металлов
2.1.8	Металлургия меди и никеля
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Переработка техногенных ресурсов

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2.1: Анализирует качество технологического процесса, качества продукции по результатам аналитического контроля;

Знать:

Уметь:

Владеть:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
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 4						
1.1	Основные понятия электрометаллургии. /Ср/	5	20	ПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.2	Равновесный электродный процесс. /Лек/	5	2	ПК-2.1	Л1.2 Э1 Э2	0	
1.3	Равновесный электродный процесс. /Ср/	5	18	ПК-2.1	Л1.2 Э1 Э2	0	
1.4	Неравновесная электрохимическая система. /Лек/	5	2	ПК-2.1	Л1.3 Э1 Э2	0	
1.5	Неравновесная электрохимическая система. /Ср/	5	4	ПК-2.1	Л1.3 Э1 Э2	0	
1.6	Кинетика электродных процессов /Лек/	5	4	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2	0	
1.7	Кинетика электродных процессов /Пр/	5	8	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.8	Кинетика электродных процессов /Ср/	5	14	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2	0	

1.9	Концентрационная поляризация. /Лек/	6	4	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2	0	
1.10	Концентрационная поляризация. /Пр/	6	4	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.11	Концентрационная поляризация. /Ср/	6	20	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2	0	
1.12	Кинетика стадии разряда – ионизации. /Лек/	6	1	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2	0	
1.13	Кинетика стадии разряда – ионизации. /Ср/	6	24	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2	0	
1.14	Кинетика стадии разряда – ионизации. /Пр/	6	2	ПК-2.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.15	Фазовое перенапряжение. /Лек/	6	1	ПК-2.1	Л1.3 Э1 Э2	0	
1.16	Фазовое перенапряжение. /Ср/	6	22	ПК-2.1	Л1.3 Э1 Э2	0	
1.17	Особенности электролитического рафинирования цветных металлов. /Ср/	6	21	ПК-2.1	Л1.3 Э1 Э2	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Устройство и принцип работы электрохимических систем.
2. Химические источники тока. ЭДС химического источника тока.
3. Скорость электрохимического процесса. Плотность тока и сила тока.
4. Классификация электродов.
5. Таблица стандартных электродных потенциалов. Как расположатся металлы в порядке возрастания восстановительной способности: Ca Fe Pb Na Co Cu Zn Ni.
6. Измерение электродных потенциалов. Водородный электрод и электроды сравнения.
7. Контактная разность потенциалов.
8. Диффузионный потенциал.
9. Потенциал нулевого заряда.
10. Гальвани- потенциал.
11. Двойной электрический слой, механизм образования.
12. Ток обмена. Электроды с большой и малой поляризуемостью.
13. Концентрационные гальванические элементы.
14. Законы электролиза. Электрохимический эквивалент. Выход по току.
15. Электролиз водных растворов электролитов.
16. Катодные процессы. Определение условий совместного выделения на катоде двух металлов.
17. Анодные процессы.
18. Анодное растворение металлов.
19. Получение порошкообразных отложений металлов.
20. Напряжение разложения.
21. Механизм возникновения электродной поляризации.
22. Гидратация и сольватация ионов. Межионное взаимодействие в растворах.
23. Уравнение Тафеля.
24. Перенапряжение при электролитическом выделении водорода.
25. ЭДС поляризации. Причины возникновения электродной поляризации при нахождении электрода под током.
26. Ток заряжения. Причины его возникновения.
27. Диффузионное перенапряжение.
28. Предельная диффузионная плотность тока.
29. Активационное перенапряжение.
30. Реакционное перенапряжение.
31. Электрохимическое перенапряжение. Коэффициент переноса.
32. Фазовое перенапряжение.
33. Особенности электрокристаллизации металлов из растворов. Текстура, механизм образования.
34. Катодное осаждение металлов. Управление качеством катодных осадков.
35. Явление пассивации электрода.
36. Особенности электрорафинирования меди.
37. Состав электролита при электролитическом рафинировании меди, назначение компонентов электролита и их концентрация.
38. Особенности электрорафинирования никеля.

39. Причины разделения катодного и анодного пространств при электролизе никеля.
40. Состав электролита при электролитическом рафинировании никеля, назначение компонентов электролита и их концентрация
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. <ul style="list-style-type: none"> • 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. <ul style="list-style-type: none"> • 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	Вольдман Г.М., Зеликман А.Н.	Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. пособие для вузов	М.: Интермет инжиниринг, 2003	50
Л1.2	Большаков Л.А., Рогова Л.И.	Термодинамика химического источника тока: Учеб. пособие	Норильск, 2004	47
Л1.3	Большаков Л.А., Рогова Л.И.	Электрохимическая кинетика: учеб. пособие	Норильск, 2005	47

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Рогова Л. И., Тулупова И. Г.	Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие для вузов	Норильск: НИИ, 2008	51
Л2.2	Рогова Л.И.	Металлургические расчеты: учеб. пособие для вузов	Норильск: НИИ, 2007	42
Л2.3	Флеров В. Н.	Сборник задач по прикладной электрохимии: учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов	М.: Высш. шк., 1976	3

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Норильский индустр. ин-т; сост. Л. И. Рогова	Теория электрометаллургических процессов: метод. указания к лабораторным работам для студ. спец. 150400 "Металлургия"	Норильск: НИИ, 2012	28

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог ЗГУ http://biblio.norvuz.ru
Э2	Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» e.lanbook.com

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	ABBYY 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.