

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Документ подписан проставлен электронной подписью  
Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и инновационной 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.

# МЕТАЛЛУРГИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

## Металлургия меди и никеля

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**  
Учебный план 22.03.02\_бак\_оч-заоч\_ТМ-2026.plx  
Направление подготовки: **Металлургия**

**бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Виды контроля в семестрах: зачет с оценкой 6

в том числе:

аудиторные занятия 24

самостоятельная работа 147

Часы на контроль 9

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)			
	Неделя 16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	147	147	147	147
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ 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	ознакомление студентов с основами теории, технологии и аппаратного оформления процессов получения, металлических меди и никеля. Изучение дисциплины позволит понять физико-химическую сущность, металлургических процессов, применяемых в технологии получения меди и никеля.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физика
2.1.2	Введение в профиль
2.1.3	Физическая химия
2.1.4	Обогащение руд цветных металлов
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Газоочистка и пылеулавливание
2.2.2	Металлургия меди и никеля
2.2.3	Производство элементарной серы
2.2.4	Теория гидрометаллургических процессов
2.2.5	Теория электрометаллургических процессов
2.2.6	Переработка серосодержащих газов

**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**

**ПК-1.2: Использует основные принципы разработки технических решений и технологий в области металлургии**

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте в акт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Семестр 4</b>						
1.1	Принципиальные технологические схемы пирометаллургического получения меди и никеля /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	
1.2	Принципиальные технологические схемы пирометаллургического получения меди и никеля /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	

1.3	Принципиальные технологические схемы пирометаллургического получения меди и никеля /Ср/	6	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.4	Классификация процессов плавки сульфидного сырья /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.5	Классификация процессов плавки сульфидного сырья /Пр/	6	5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	
1.6	Классификация процессов плавки сульфидного сырья /Ср/	6	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.7	Автогенные процессы плавки в фильтрующем слое и с сжиганием сульфидов в факеле. /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.8	Автогенные процессы плавки в фильтрующем слое и с сжиганием сульфидов в факеле. /Пр/	6	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	
1.9	Автогенные процессы плавки в фильтрующем слое и с сжиганием сульфидов в факеле. /Ср/	6	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.10	Автогенные процессы плавки в расплаве. /Лек/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.11	Автогенные процессы плавки в расплаве. /Пр/	6	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	
1.12	Автогенные процессы плавки в расплаве. /Ср/	6	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.13	Конвертирование штейнов. /Лек/	6	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.14	Конвертирование штейнов. /Ср/	6	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.15	Методы разделения меди и никеля. /Лек/	6	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.16	Методы разделения меди и никеля. /Ср/	6	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.17	Получение ферроникеля электроплавкой окисленных никелевых руд. /Ср/	6	17	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.18	Гидрометаллургия медно-никелевого и никелевого материалов. /Ср/	6	18	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
1.19	Гидрометаллургия медно-никелевого и никелевого материалов. /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2	0	

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Сырье для производства меди и никеля, их комплексность.
2. Способы получения меди из сульфидных руд.
3. Способы получения никеля из сульфидных медно-никелевых руд.
4. Способы получения никеля из окисленных никелевых руд.
5. Физико-химические свойства меди. Физико-химические свойства никеля.
6. Области применения меди, основные сплавы меди. Области применения никеля.
7. Сущность отражательной плавки медных концентратов.
8. Назначение и сущность окислительного обжига медных концентратов.
9. Практика шахтной плавки медного сырья.
10. Пиритная плавка медного сырья.
11. Полупиритная плавка медного сырья.
12. Медно-серная плавка.
13. Процесс конвертирования медных и медных никельсодержащих штейнов.
14. Автогенные плавки во взвешенном состоянии.
15. Автогенные плавки в расплавах..
16. Огневое рафинирование меди.
17. Электролитическое рафинирование меди.
18. Регенерация медного электролита.
19. Гидрометаллургическая переработка медного сырья.
20. Сущность восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд.
21. Практика конвертирования никелевых штейнов.
22. Обогащение конверторных шлаков с целью извлечения кобальта.
23. Методы переработки фанштейна.
24. Окислительный обжиг никелевого фанштейна.
25. Восстановление закиси никеля до металла.
26. Руднотермическая плавка сульфидных медно-никелевых концентратов.
27. Сущность и практика электролитического рафинирования никеля.
28. Очистка никелевого электролита от примесей.
29. Флотационное разделение меди и никеля.
30. Карбонильный процесс.
31. Автоклавная технология производства металлических никелевых порошков.
32. Производство ферроникеля из окисленных никелевых руд.
33. Аммиачное выщелачивание окисленных никелевых руд.
34. Сернокислотное автоклавное выщелачивание окисленных никелевых руд.
35. Автоклавное выщелачивание сульфидных никелевых концентратов.
36. Гидрометаллургическая технология переработка фанштейна.

### 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	Рогова Л.И.	Металлургические расчеты: учеб. пособие для вузов	Норильск: НИИ, 2007	42
Л1.2	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>	, 2017	0

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Бледнов Б.П., Дульнева В.Е.	Расчеты по металлургии меди и никеля: учеб. пособие	Красноярск, 2004	9
Л2.2	Уткин Н.И.	Производство цветных металлов	М.: Интермет Инжиниринг, 2004	15
Л2.3	под общ. ред. Н. Г. Кайтамова	Производство металлов за полярным кругом: технологическое пособие	Норильск, 2007	26
Л2.4	Цемехман Л. Ш. [и др.]	Атлас минерального сырья, технологических промышленных продуктов и товарной продукции ЗФ ОАО ГМК "Норильский никель"	М.: Изд. дом "Руда и металлы", 2010	6
Л2.5	Сост. Н.М. Барон, А.М. Пономарева, А.А. Равдель и др.; Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой	Краткий справочник физико-химических величин	Л.: Химия, 1983	20

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	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

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог НГИИ <a href="http://biblio.norvuz.ru">http://biblio.norvuz.ru</a>
Э2	Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» <a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>

#### 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 <a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> ;
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.