

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Документ подписан проставив печать  
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.

## Обогащение руд цветных металлов

### 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  
в том числе:  
аудиторные занятия 28  
самостоятельная работа 125  
Часы на контроль 27

Виды контроля в семестрах: экзамен 4, КП 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 4 (2.2) |     |     |     |
|---|---------|-----|-----|-----|
| Неделя                                    | 16      |     |     |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп  | рп  |
| Лекции                                    | 12      | 12  | 12  | 12  |
| Практические                              | 16      | 16  | 16  | 16  |
| Итого ауд.                                | 28      | 28  | 28  | 28  |
| Контактная работа                         | 28      | 28  | 28  | 28  |
| Сам. работа                               | 125     | 125 | 125 | 125 |
| Часы на контроль                          | 27      | 27  | 27  | 27  |
| 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 | получение базовых знаний и формирование основных навыков, необходимых для решения задач в сфере обогащения руд цветных металлов. Изучение дисциплины обеспечит знание методов обогащения, применяемых для обогащения медно-никелевых сульфидных руд, методов контроля за качеством поступающих на обогатительную фабрику руды и готовой продукции. |
|-----|--|

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В   |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1              | Введение в профиль   |
| 2.1.2              | Физика   |
| 2.1.3              | Кристаллохимия   |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1              | Металлургия легких металлов  |
| 2.2.2              | Металлургия благородных металлов   |
| 2.2.3              | Переработка техногенных ресурсов   |
| 2.2.4              | Металлургия редких металлов  |

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

|  |
|--|
| <b>ПК-2.1:</b> Анализирует качество технологического процесса, качества продукции по результатам аналитического контроля;                                |
| <b>ПК-1.1:</b> Применяет знания основных закономерностей протекания металлургических процессов для повышения эффективности производства цветных металлов |

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

| Код занятия                | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции   | Литература                       | Инте пакт. | Примечание |
|----------------------------|---|----------------|-------|---------------|----------------------------------|------------|------------|
| <b>Раздел 1. Семестр 4</b> |   |                |       |               |                                  |            |            |
| 1.1                        | Введение /Лек/                            | 4              | 4     | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Э1 | 0          |            |
| 1.2                        | Введение /Пр/                             | 4              | 4     | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Э1      | 0          |            |
| 1.3                        | Введение /Ср/                             | 4              | 1     | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л2.2 Э1                     | 0          |            |
| 1.4                        | Грохочение /Лек/                          | 4              | 4     | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л2.2 Э1                     | 0          |            |
| 1.5                        | Грохочение /Пр/                           | 4              | 4     | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Э1      | 0          |            |

|      |                                       |   |    |               |                                  |   |  |
|------|---------------------------------------|---|----|---------------|----------------------------------|---|--|
| 1.6  | Грохочение /Ср/                       | 4 | 2  | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |
| 1.7  | Дробление /Лек/                       | 4 | 3  | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |
| 1.8  | Дробление /Ср/                        | 4 | 6  | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |
| 1.9  | Дробление /Пр/                        | 4 | 4  | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1 Л2.2<br>Э1 | 0 |  |
| 1.10 | Измельчение /Лек/                     | 4 | 1  | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |
| 1.11 | Измельчение /Пр/                      | 4 | 4  | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1 Л2.2<br>Э1 | 0 |  |
| 1.12 | Измельчение /Ср/                      | 4 | 18 | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |
| 1.13 | Гидравлическая классификация /Ср/     | 4 | 18 | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |
| 1.14 | Флотация /Ср/                         | 4 | 20 | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.2<br>Э1              | 0 |  |
| 1.15 | Флотационные реагенты /Ср/            | 4 | 20 | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.2<br>Э1              | 0 |  |
| 1.16 | Флотационные машины /Ср/              | 4 | 20 | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.2<br>Э1              | 0 |  |
| 1.17 | Химическое обогащение материалов /Ср/ | 4 | 20 | ПК-1.1 ПК-2.1 | Л1.1Л2.2<br>Э1                   | 0 |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Классификация гравитационных методов обогащения.
2. Характеристика минеральных частиц.
3. Характеристика сред разделения.
4. Методы определения основных параметров разделения.
5. Фракционный анализ.
6. Свободное падение тел в среде.
7. Стесненное падение тел в средах разделения. Время достижения конечной скорости свободного падения и путь, проходимый частицей до достижения этой скорости.
8. Равнопадаемость минеральных частиц.
9. Понятие о взвесах. Критическая скорость для взвесей.
10. Седиментационный анализ. Диаграмма частиц. Шкала и модуль гидравлической классификации.
11. Классификаторы гравитационные механические.
12. Классификаторы гравитационные гидравлические.
13. Центробежные классификаторы.
14. Отсадочные машины. Циклы отсадки
15. Характеристика потока воды, текущего по наклонной плоскости.
16. Движение минеральных частиц в потоке воды.
17. Обогащение в сужающихся желобах и конусных сепараторах.
18. Обогащение в центробежных концентраторах.
19. Процесс концентрации на столах.
20. Технологические и конструкционные параметры шлюзов. Скорость потока и разжижения пульпы.
21. Улавливающие покрытия шлюзов. Конструкция шлюзов. Шлюзы с неподвижной рабочей поверхностью. Ворсистые шлюзы.
22. Устройство винтового сепаратора. Винтовые шлюзы. Движение частиц по винтовому желобу сепаратора.
23. Конструктивные и технологические параметры винтовых сепараторов.
24. Винтовые сепараторы.
25. Свойства тяжелых суспензий. Вязкость суспензии. Устойчивость суспензии. Плотность суспензии.
26. Движение рудных тел в тяжелой суспензии. Сепараторы для обогащения в тяжелых суспензиях.
27. Практика обогащения в тяжелых суспензиях.
28. Пневматическая классификация.

|  |
|--|
| 29. Пневматическая сепарация.  |
| 30. Установки для пневматического обогащения.  |
| 31. Схемы обогащения в тяжелых суспензиях.   |
| 32. Процесс промывки.  |
| 33. Промывка в желобе.   |
| 34. Барабанные промывочные грохоты и бутары.   |
| <b>5.2. Темы письменных работ</b>  |
| Самостоятельная работа   |
| <b>5.3. Фонд оценочных средств</b>   |
| 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. |
| <b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>   |
| 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 | Андреев Е. Е.,<br>Тихонов О. Н.                                    | Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебник для вузов  | СПб., 2007   | 22       |
| Л1.2 | Абрамов А. А.  | Флотационные методы обогащения: учебник для вузов                          | М.: Изд-во МГУ,<br>Горная книга, Мир<br>горной книги, 2008 | 1        |
| Л1.3 | Рогова Л. И.   | Гравитационные методы обогащения: практикум                                | Норильск: НИИ,<br>2009                                     | 50       |
| Л1.4 | Норильский индустр.<br>ин-т; сост. Петухова Л.<br>И., Рогова Л. И. | Обогащение полезных ископаемых: метод. указания к самостоятельным занятиям | Норильск: НИИ,<br>2011                                     | 50       |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие, размещение   | Издательство, год           | Колич-во |
|------|--|--|-----------------------------|----------|
| Л2.1 | Норильский индустр.<br>ин-т; сост. Л.И.<br>Рогова, И.Г. Тулупова | Гравитационные методы обогащения: метод. указания к лабораторным работам     | Норильск: НИИ,<br>2010      | 31       |
| Л2.2 | под ред. В. А.<br>Чантурия                                       | Прогрессивные технологии комплексной переработки минерального сырья: сборник | М.: Руда и<br>металлы, 2008 | 2        |

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

|    |   |
|----|---|
| Э1 | Электронный каталог ЗГУ <a href="http://biblio.norvuz.ru">http://biblio.norvuz.ru</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 | ABBY FineReader 10 (Номер лицензии 94965 от 25.08.2010)         |

| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b> |   |
|--|---|
| 6.3.2.1  | Электронная библиотечная система <a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> ; |
| 6.3.2.2  | ЭБ ЗГУ  |

| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |  |
|---|--|
| 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  |

| <b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>  |  |
|--|--|
| <p>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.</p> <p>Контактная работа включает лекционные, практические и лабораторные занятия, коллективные и индивидуальные консультации.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>На практических занятиях студентами выполняются тематические и расчетные задания по темам курса. Студенту необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю.</p> <p>Текущий контроль проводится в виде: защиты практических заданий и отчетов по лабораторным работам.</p> <p>Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. студенты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий);</li> <li>2. студенты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины);</li> <li>3. организованы еженедельные консультации.</li> </ol> <p>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.</p> <p>Для получения допуска студент должен выполнить, оформить и сдать все виды работ, предусмотренные тематическим планом учебной программы дисциплины.</p> <p>Допуск выставляется только в случае положительной аттестации по всем контрольным точкам и после выполнения студентом всех видов самостоятельной и аудиторной работы.</p> |  |