

Документ подписан простой электронной подписью.

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и методологии образования

Дата подписания: 24.06.2025 20:34:11

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД и МП

\_\_\_\_\_ Игнатенко В.И.

## Производство меди

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**

Учебный план 22.03.02\_бак\_оч-заоч\_TM-2025+.plx  
Направление подготовки: Metallurgy

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе:  
аудиторные занятия 22  
самостоятельная работа 140  
часов на контроль 18

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 7  
курсовые проекты 7

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	10			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	10	10	10	10
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	22	22	22	22
Контактная работа	22	22	22	22
Сам. работа	140	140	140	140
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*Ст. преподаватель Каверзин А.В.* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Производство меди**

разработана в соответствии с ФГОС:

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

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от 07.05.2025г. № 2

Срок действия программы: 2025-2029 уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Л.В. Крупнов

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент Л.В. Крупнов      \_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Л.В. Крупнов

---

---

**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  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Л.В. Крупнов

---

---

**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  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Л.В. Крупнов

---

---

**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  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Л.В. Крупнов

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	подготовить студентов к заключительному этапу обучения – дипломному проектированию и самостоятельной инженерной деятельности в области технологии, исследования и проектирования процессов получения меди и ее спутников. Изучение дисциплины позволит овладеть навыками анализа технологических процессов; расчетов технологического оборудования для переработки медьсодержащего сырья, составления технологических схем переработки медьсодержащего сырья.
-----	---

**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	Элементы химической технологии	
2.1.2	Обогащение руд цветных металлов	
2.1.3	Металлургия меди и никеля	
2.1.4	Элементы химической технологии	
2.1.5	Обогащение руд цветных металлов	
2.1.6	Металлургия меди и никеля	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Металлургия благородных металлов	
2.2.2	Металлургия редких металлов	
2.2.3	Промышленная вентиляция металлургических предприятий	
2.2.4	Металлургия благородных металлов	
2.2.5	Металлургия редких металлов	
2.2.6	Промышленная вентиляция металлургических предприятий	

**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**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Семестр</b>						
1.1	Структура и содержание курса. Классификация медьсодержащего сырья /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.2	Структура и содержание курса. Классификация медьсодержащего сырья /Пр/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	

1.3	Структура и содержание курса. Классификация медьсодержащего сырья /Ср/	7	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.4	Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.5	Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития /Пр/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.6	Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития /Ср/	7	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.7	Технологические схемы и основное оборудование /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.8	Технологические схемы и основное оборудование /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.9	Технологические схемы и основное оборудование /Ср/	7	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.10	Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.11	Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.12	Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке /Ср/	7	14	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.13	Обжиг медных концентратов /Лек/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.14	Обжиг медных концентратов /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.15	Обжиг медных концентратов /Ср/	7	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.16	Плавка медных концентратов на штейн /Лек/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.17	Плавка медных концентратов на штейн /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.18	Плавка медных концентратов на штейн /Ср/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	

1.19	Переработка штейна на черновую медь /Лек/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.20	Переработка штейна на черновую медь /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.21	Переработка штейна на черновую медь /Ср/	7	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.22	Непрерывные совмещенные процессы комплексной переработки медьсодержащего сырья /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.23	Непрерывные совмещенные процессы комплексной переработки медьсодержащего сырья /Ср/	7	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.24	Огневое рафинирование черновой меди /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.25	Огневое рафинирование черновой меди /Ср/	7	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.26	Электролитическое рафинирование меди /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.27	Электролитическое рафинирование меди /Ср/	7	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.28	Основы гидрометаллургии меди /Ср/	7	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Теоретические основы процесса переработки медных концентратов в печи Ванюкова
2. Принципиальная технологическая схема электрорафинирования меди
3. Нарисовать эскиз насыпного фильтра
4. Необходимые условия устойчивой работы печи Ванюкова. Управление процессом плавки в печи Ванюкова
5. Принципиальная технологическая схема передела конвертирования штейна ПВ
6. Нарисовать блок ванн переточного типа
7. Возможные варианты состава шихты для плавки в печах Ванюкова МЗ
8. Принципиальная схема подземного выщелачивания медных руд
9. Нарисовать эскиз горизонтального конвертера
10. Рекомендуемые параметры работы печей Ванюкова МЗ
11. Схема цепи аппаратов передела регенерации электролита цеха электролиза меди
12. Нарисовать разрез экстрактора ящичного типа
13. Рациональный состав штейна печей Ванюкова МЗ
14. Принципиальная схема процесса электролиза
15. Нарисовать эскиз патронного (свечного) фильтра
16. Перечень компонентов сырья, перерабатываемого на печах Ванюкова МЗ

17.	Принципиальные схемы осуществления противоточной и перекрестной жидкостной экстракции
18.	Нарисовать разрез штабеля медной руды при осуществлении процесса кучного выщелачивания
19.	Теоретические основы процесса конвертирования
20.	Принципиальная схема водоподготовки методом электролиза с использованием ионообменных мембран
21.	Нарисовать эскиз печи Ванюкова
22.	Химический состав и физические показатели продуктов первой стадии конвертирования
23.	Принципиальная схема осуществления процесса HydroCopper™
24.	Нарисовать колонный экстрактор
25.	Рациональный состав меди анодной черновой
26.	Схема цепи аппаратов передела получения медных катодов
27.	Нарисовать эскиз нутч-фильтра
28.	Перечень холодных оборотов, подаваемых на конвертирование. Обоснование необходимости подачи холодных оборотов на 2 стадию конвертирования.
29.	Схема цепи аппаратов шламового передела цеха электролиза меди
30.	Нарисовать разрез сорбционной колонны
31.	Теоретические основы процесса электрорафинирования медных анодов
32.	Принципиальная технологическая схема анодного передела
33.	Нарисовать эскиз дискового вакуум-фильтра
34.	Теоретические основы процесса электроэкстракции меди из сульфатного электролита с использованием нерастворимых анодов
35.	Схема размещения зон физико-химических реакций в конвертере на I периоде конвертирования
36.	Нарисовать анодоразливочную машину
37.	Химический состав анодов медных и катодной меди марки М00к
38.	Принципиальная схема осуществления процесса электродиализа
39.	Нарисовать эскиз горизонтального рамного фильтр-пресса
40.	Описание процессов выпарки раствора и кристаллизации никелевого купороса
41.	Химические реакции, протекающие в процессе плавления шихты в ПВ
42.	Нарисовать эскиз ленточного (конвеерного) фильтра
44.	Классификация фильтровального оборудования
45.	Реакции окисления и обмена, протекающие в I периоде конвертирования штейна ПВ
46.	Нарисовать эскиз анодной печи
47.	Новые процессы в производстве меди
48.	Реакции восстановления и шлакообразования, протекающие на II стадии конвертирования штейна ПВ
49.	Нарисовать эскиз барабанного фильтра
<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.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;</li> <li>• Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60% тестовых заданий;</li> <li>• Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%.</li> </ul>	
Критерии оценки знаний студентов при проведении промежуточной аттестации Экзаменационный билет содержит 3 вопроса.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка «отлично» выставляется при условии правильного и полного ответа студента на все три вопроса, а также на все дополнительные вопросы;</li> <li>• 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;</li> <li>• 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.</li> </ul>	
<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	Бледнов Б.П., Марченко Н.В.	Металлургия меди и никеля: учеб. пособие для вузов	Красноярск, 2006	2

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.2	под общ. ред. Н. Г. Кайтмазова	Производство металлов за полярным кругом: технологическое пособие	Норильск, 2007	26
Л1.3	Набойченко С. С. [ и др.]	Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов: В 3-х т.	Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009	6
Л1.4	Шиврин Г. Н.[ и др.]	Проблемы электролиза меди и никеля: [монография]	Рязань: НП "Голос губернии", 2011	3

#### 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	Дриц М.Е., Дриц А.М., Будберг П.Б.	Свойства элементов: справочник: В 2 кн.	М.: Изд. дом "Руда и Металлы", 2003	2
Л2.3	Севрюков Н.Н., Кузьмин Б.А., Челищев Е.В.	Общая металлургия: учебник для вузов	М.: Металлургия, 1976	37

#### 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	ABBYY FineReader 10 (Номер лицензии 94965 от 25.08.2010)
6.3.1.6	AutoCAD Education 2012 (версия для образовательных учреждений)

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

### 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.