

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.

# МЕТАЛЛУРГИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

## Металлургия свинца и цинка

### рабочая программа дисциплины (модуля)

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

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

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 24

самостоятельная работа 129

часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:

экзамены 8

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
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	129	129	129	129
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*Ст. преподаватель Каверзин Антон Викторович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Металлургия свинца и цинка**

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	Формирование профессиональных знаний в области металлургии тяжелых металлов, определения физико-химической сущности металлургических процессов; формирование умения металлургических расчетов; Отработка навыков работы со специальной физико-химической литературой: учебниками, задачками, справочниками, электронными ресурсами и др.
-----	--

**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	Введение в профиль	
2.1.2	Физическая химия	
2.1.3	Кристаллохимия	
2.1.4	Физико-химические основы металлургических процессов	
2.1.5	Обогащение руд цветных металлов	
2.1.6	Обогащение руд цветных металлов	
2.1.7	Введение в профиль	
2.1.8	Физическая химия	
2.1.9	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 легких металлов	

**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>
3.1.1	
<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 6</b>							
1.1	Структура и содержание курса. Общие вопросы металлургии свинца и цинка /Лек/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.2	Современные технологические схемы переработки свинцовых концентратов /Лек/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	

1.3	Современные технологические схемы переработки свинцовых концентратов /Пр/	8	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.4	Современные технологические схемы переработки свинцовых концентратов /Ср/	8	18	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.5	Агломерирующий обжиг свинцовых концентратов /Пр/	8	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.6	Агломерирующий обжиг свинцовых концентратов /Ср/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.7	Восстановительная плавка свинцового агломерата /Пр/	8	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.8	Восстановительная плавка свинцового агломерата /Ср/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.9	Автогенные способы плавки свинцовых концентратов /Лек/	8	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.10	Автогенные способы плавки свинцовых концентратов /Пр/	8	2	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.11	Автогенные способы плавки свинцовых концентратов /Ср/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.12	Рафинирование черного свинца /Лек/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.13	Рафинирование черного свинца /Ср/	8	18	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.14	Комплексная переработка шлаков и пылей свинцового производства /Ср/	8	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.15	Основные направления в решении экологических вопросов в металлургии свинца /Ср/	8	20	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.16	Свойства цинка и его соединений. Цинковые минералы, руды и концентраты /Лек/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.17	Свойства цинка и его соединений. Цинковые минералы, руды и концентраты /Ср/	8	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.18	Современные технологические схемы переработки цинковых концентратов /Лек/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.19	Современные технологические схемы переработки цинковых концентратов /Ср/	8	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.20	Обжиг цинковых концентратов перед выщелачиванием /Лек/	8	1	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	

1.21	Обжиг цинковых концентратов перед выщелачиванием /Ср/	8	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.22	Выщелачивание обожженного цинкового концентрата /Ср/	8	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.23	Очистка растворов сульфата цинка от примесей /Ср/	8	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.24	Электролиз раствора сульфата цинка /Ср/	8	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.25	Переработка цинковых кеков /Ср/	8	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	
1.26	Пирометаллургическая технология переработки цинковых концентратов /Ср/	8	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л2.2 Л2.4 Э1 Э2	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Тема: Общие вопросы металлургии свинца и цинка

1. Перечислите основные области применения свинца и цинка в народном хозяйстве.
2. Охарактеризуйте производство и потребление свинца в России и за рубежом.
3. Приведите классификацию свинец- и цинксодержащих руд, перечислите основные минералы свинца и цинка.
4. Каков химический и минералогический состав сульфидных и окисленных полиметаллических руд, содержащих свинец и цинк?
5. Назовите основные районы месторождений свинцово-цинковых и свинцово – медно -цинковых руд в СНГ и за рубежом.

Тема: Современные технологические схемы переработки свинцовых концентратов

1. Назовите физические и химические свойства свинца.
2. Охарактеризуйте состав свинцовых концентратов.
3. Какие возможны методы переработки свинцовых концентратов?
4. Дайте характеристику пирометаллургических и гидрометаллургических способов переработки свинцовых концентратов.
5. Изложите сущность переработки свинцовых концентратов восстановительной плавкой. Опишите технологическую схему переработки концентратов методом восстановительной плавки.
6. Изложите сущность и химизм реакционной, осадительной, содовой и щелочной плавки.
7. Каковы основные достоинства и недостатки различных способов переработки свинцовых концентратов.

Тема: Агломерирующий обжиг свинцовых концентратов

1. Какова цель агломерирующего обжига свинцовых концентратов?
2. Охарактеризуйте термодинамические и кинетические закономерности окисления сульфидов.
3. Каково поведение компонентов шихты при обжиге?
4. Каковы конструкции и принцип действия ленточной спекательной машины с просасыванием и продувкой воздуха?
5. Назовите параметры процесса обжига (температура в слое шихты, влажность шихты, расход воздуха, толщина слоя шихты, скорость движения паллет).
6. Охарактеризуйте продукты обжига (агломерат, пыль, газы)
7. Каковы пути совершенствования агломерирующего обжига свинцовых концентратов?

Тема: Восстановительная плавка свинцового агломерата

1. Какие реакции протекают с коксом в шахтной печи?
2. Какова последовательность восстановления оксидов металлов оксидов углерода и от чего зависит скорость восстановления металлов?
3. Как ведут себя при шахтной плавке соединения свинца, цинка, меди, железа? Как они распределяются по продуктам плавки?
4. Какие требования предъявляются к шлакам свинцовой плавки?
5. Как влияет обогащение воздуха кислородом, подогрев дутья и замена кокса природным газом на результаты плавки?

Тема: Автогенные способы плавки

1. Охарактеризуйте сущность процесса кислородно-факельной плавки свинцовых концентратов в аппарате КИВЦЭТ –ЦС.
2. Изложите химизм процесса плавки свинцового концентрата в обжигово – плавильной и электротермической камерах аппарата КИВЦЭТ –ЦС.
3. Охарактеризуйте конструкцию аппарата КИВЦЭТ –ЦС и организацию его работы.
4. Укажите особенности и преимущества процесса плавки КФ-КФ.
5. Опишите технологию плавки свинцовых концентратов во взвешенном состоянии в электропечи. Назовите достоинства и недостатки этого способа плавки. Докажите перспективы автогенных методов плавки свинцовых концентратов

Тема: Рафинирование черного свинца

1.	Каков состав черного и рафинированного свинца по основным примесям?
2.	Охарактеризуйте пирометаллургический и гидрометаллургический способы рафинирования черного свинца.
3.	Назовите операции пирометаллургической технологии рафинирования свинца.
4.	На каких принципах основано обезмеживание свинца ликвацией и с помощью серы. Приведите состав продуктов обезмеживания свинца.
5.	Опишите технологию рафинирования свинца от теллура.
6.	Изложите теоретические основы окислительного и щелочного методов рафинирования свинца от мышьяка, сурьмы и олова. Чем определяется выбор метода рафинирования.
7.	Изложите теоретические основы рафинирования свинца от благородных металлов.
8.	Очистка свинца от цинка.
9.	Технология глубокого обезвсмучивания свинца.
10.	Электролитическое рафинирования свинца.
Тема: Комплексная переработка шлаков и пылей свинцового производства	
1.	Каков состав шлаков свинцового производства. В чем сущность фьюмингования шлаков? Химизм процесса.
2.	Технология фьюмингования шлаков и конструкция фьюминг – печи. Достоинства и недостатки фьюмингования.
3.	Технология переработки шлаков вельцеванием и электроплавкой
4.	Гидрометаллургическая и пирометаллургическая технологии переработки пылей и возгонов свинцового производства.

## 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	Набойченко С.С., Агеев Н.Г., Дорошкевич А.П. [и др.]	Процессы и аппараты цветной металлургии: учебник для вузов	Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005	5
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	Уткин Н.И.	Производство цветных металлов	М.: Интермет Инжиниринг, 2004	15
Л2.2	под общ. ред. Н. Г. Кайтмазова	Производство металлов за полярным кругом: технологическое пособие	Норильск, 2007	26

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.3	Зайцев В.Я., Маргулис Е.В.	Металлургия свинца и цинка: учеб. пособие для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов"	М.: Metallurgia, 1985	12
Л2.4	Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М.	Общая металлургия: учебник для вузов	М.: Академкнига, 2005	4

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

Э1	Электронный каталог ЗГУ <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 с

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, защиты расчетно-графических работ.

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.