

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодёжному образованию

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 благородных металлов

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 **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 32

самостоятельная работа 148

часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:

экзамены 7

зачеты с оценкой 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
Неделя	16		10			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	6	6	14	14
Практические	8	8	10	10	18	18
Итого ауд.	16	16	16	16	32	32
Контактная работа	16	16	16	16	32	32
Сам. работа	83	83	65	65	148	148
Часы на контроль	9	9	27	27	36	36
Итого	108	108	108	108	216	216

Программу составил(и):

Ст. преподаватель Каверзин А.В. _____

Рабочая программа дисциплины

Металлургия благородных металлов

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 у студентов систематизированных знаний о теоретических основах и технологиях производства благородных металлов, анализе деятельности предприятий и их подразделений, выполнении технико-экономической оценки действующих технологий
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Введение в профиль	
2.1.2	Физика	
2.1.3	Специальная химия	
2.1.4	Общие химические технологии	
2.1.5	Кристаллохимия	
2.1.6	Аналитическая химия	
2.1.7	Элементы химической технологии	
2.1.8	Химия серы	
2.1.9	Физическая химия	
2.1.10	Обогащение руд цветных металлов	
2.1.11	Физика	
2.1.12	Введение в профиль	
2.1.13	Специальная химия	
2.1.14	Общие химические технологии	
2.1.15	Кристаллохимия	
2.1.16	Аналитическая химия	
2.1.17	Элементы химической технологии	
2.1.18	Химия серы	
2.1.19	Физическая химия	
2.1.20	Обогащение руд цветных металлов	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Металлургическая теплотехника	
2.2.2	Переработка серосодержащих газов	
2.2.3	Производство элементарной серы	
2.2.4	Металлургия легких металлов	
2.2.5	Металлургия редких металлов	
2.2.6		
2.2.7	Металлургическая теплотехника	
2.2.8	Переработка серосодержащих газов	
2.2.9	Производство элементарной серы	
2.2.10	Металлургия легких металлов	
2.2.11	Металлургия редких металлов	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2.2: Определяет объекты металлургии с учетом фактора территориальной расположенности****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

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 ракт.	Примечание
	Раздел 1. Семестр 7,8						
1.1	Свойства, сырьевая база, производство и применение благородных металлов. Введение. Группа благородных металлов и особенности нахождения их в земной коре. /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.2	Свойства, сырьевая база, производство и применение благородных металлов. Введение. Группа благородных металлов и особенности нахождения их в земной коре. /Ср/	6	13	ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.3	Физические и химические свойства благородных металлов /Лек/	6	2	ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.4	Физические и химические свойства благородных металлов /Ср/	6	14	ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.5	Сырьевая база производства Б,М,. Формы нахождения золота, серебра и платиновых металлов. /Пр/	6	3	ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.6	Сырьевая база производства Б,М,. Формы нахождения золота, серебра и платиновых металлов. /Ср/	6	14	ПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.7	Основные принципы формирования технологических схем извлечения золота и серебра из коренных руд. /Лек/	6	3	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.8	Основные принципы формирования технологических схем извлечения золота и серебра из коренных руд. /Пр/	6	2	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.9	Гравитационные и флотационные методы обогащения руд /Пр/	6	1	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.10	Гравитационные и флотационные методы обогащения руд /Ср/	6	14	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.11	Цианирование золото- и серебросодержащих руд /Пр/	6	1	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.12	Цианирование золото- и серебросодержащих руд /Ср/	6	14	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.13	Осаждение золота и серебра из цианистых растворов методов цементации /Пр/	6	1	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1	0	

1.14	Осаждение золота и серебра из цианистых растворов методов цементации /Ср/	6	14	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.15	Сорбционное извлечение золота и серебра из цианистых растворов и пульп с использованием ионообменных смол /Лек/	6	1	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.16	Сорбционное извлечение золота и серебра из цианистых растворов и пульп с использованием ионообменных смол /Лек/	7	2	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.17	Извлечение благородных металлов из цианистых пульп сорбцией активированными углями /Лек/	7	4	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.18	Извлечение благородных металлов из цианистых пульп сорбцией активированными углями /Ср/	7	14	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.19	Очистка сточных вод золотоизвлекательных фабрик /Пр/	7	10	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.20	Очистка сточных вод золотоизвлекательных фабрик /Ср/	7	11	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.21	Технологические схемы и практика переработки простых кварцевых и упорных золотосодержащих руд. Компонировка схем. /Ср/	7	10	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.22	Аффинаж золота. Цели аффинажа. /Ср/	7	4	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.23	Аффинаж золота и серебра электролитическим методом. /Ср/	7	6	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.24	Переработка платинусодержащих шламов /Ср/	7	6	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.25	Вторичная металлургия благородных металлов Классификация и характеристика отдельных типов золото- и серебросодержащего сырья. /Ср/	7	6	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	0	
1.26	Новые направления в совершенствовании технологии переработки вторичного сырья. /Ср/	7	8	ПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

- История открытий элементов платиновой группы. Роль русских и советских ученых в развитии металлургии благородных металлов.
- Общность и различие физико-химических свойств платины и палладия.
- Различие и общность физико-химических свойств металлов-спутников платины: родия, иридия, рутения и осмия.
- Индивидуальные признаки каждого из металлов платиновой группы.
- Использование уникальных физико-химических свойств металлов платиновой группы в народном хозяйстве.

6. Характеристика основных мировых месторождений сульфидных платиносодержащих руд.
7. Перспективы применения металлов платиновой группы в народном хозяйстве.
8. Характеристика платиносодержащих сульфидных руд норильского месторождения.
9. Минералы платиновых металлов, приуроченных к сульфидным месторождениям.
10. Поведение платиновых металлов при гидрометаллургической переработке концентратов сульфидных руд.
11. Механизм шламообразования при электролизе меди.
12. Первичное обогащение шламов.
13. Распределение платины, палладия, золота по полупродуктам производства тяжелых цветных металлов.
14. Распределение металлов-спутников платины по полупродуктам производства тяжелых цветных металлов.
15. Принципиальная технологическая схема переработки медных шламов.
16. Природа химической инертности золота.
17. Различие химических свойств серебра и золота.
18. Сравнение соединения золота и серебра с серой, селеном и теллуром, и аналогичными соединениями платиновых металлов.
19. Оксиды платиновых металлов
20. Взаимная растворимость тяжелых цветных металлов и железа с БМ.
21. Общность физических свойств благородных металлов.
22. Проба сплавов благородных металлов.
23. Комплексообразование благородных металлов как метод извлечения.
24. Характеристика экстрагентов золота и серебра из цианистых растворов.
25. Жидкостная экстракция как метод извлечения металлов из промышленных растворов.
26. Условия получения оксидов и гидроксидов золота и серебра. Их устойчивость в различных средах при повышенной температуре.
27. Факторы, определяющие образование твердых растворов БМ и тяжелых цветных металлов.
28. Основные принципы концентрирования платиновых металлов.
29. Общность платиновых металлов сульфидных медно-никелевых месторождений.
30. Физико-химическая природа образования основных минералов платиновых металлов.
31. Элементы-составляющие минералов золота и серебра.
32. Электролиз вторичных анодов.
33. Режим и оборудование электролиза вторичных анодов.
34. Процессы экстракции и сорбции в металлургии благородных металлов.
35. Пути извлечения осмия из пром. продуктов технологии комбината.
36. Катодный процесс при электролизе вторичных анодов.
37. Анодный процесс при электролизе вторичных анодов.
38. Схема переработки шламов Миренский-риф (ЮАР).
39. Извлечение иридия из сульфатных растворов.
40. Получение серебряных концентратов из промышленных продуктов переработки шламов.
41. Принципиальная технологическая схема переработки никелевых шламов.
42. Плавка на вторичные аноды.
43. Обжиг-выщелачивание шламов. Оборудование процессов.
44. Механизм шламообразования при электролизе никеля.
45. Распределение платиновых металлов при обогащении сульфидных медно-никелевых руд.
46. Поведение платиновых металлов при пирометаллургической переработке концентратов сульфидных руд.
47. Аффинаж платины.
48. Аффинаж палладия.
49. Аффинаж золота.
50. Экологическая оценка производства платиновых металлов.
51. Аффинаж серебра.
52. Аффинаж родия.

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
ЛП.1	Стрижко Л.С.	Металлургия золота и серебра: Учеб. пособие для вузов	М.: МИСиС, 2001	12
ЛП.2	Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.	Металлургия благородных металлов: учебник для вузов: В 2-х кн.	М.: МИСИС, Изд. дом "Руда и металлы", 2005	7
ЛП.3	Меретуков М. А.	Золото: зарождение горного дела, металлургии и технологии	М.: Изд. дом "Руда и металлы", 2008	106
ЛП.4	Норильский индустр. ин-т; сост. Т. Н. Нарбекова	Металлургия благородных металлов: метод. указания к практическим занятиям	Норильск: НИИ, 2011	31
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
ЛП.1	сост. В.И.Деревцов; Норильский индустр. ин-т	Металлургия благородных металлов. Обогащение шламов: метод. указания к практическим занятиям студентов спец. 1102 всех форм обучения	Норильск, 1993	4
ЛП.2	Андрющенко И.А. [и др.]	Благородные металлы: справочник	М.: Металлургия, 1984	1
ЛП.3	сост. Л.Н. Свечников	Драгоценные металлы Норильска: (воспоминания, записки, письма ветеранов-металлургов)	М.: Руда и металлы, 2000	5
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Электронный каталог ЗГУ http://biblio.norvuz.ru			
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.