

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТАЛЛУРГИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Аксенов Александр
Владимирович
Дата подписания: 01.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 01.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Металлургия благородных металлов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность осуществлять, анализировать и корректировать технологические процессы получения металлов	ПКС-5.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.5	Демонстрирует способность осуществлять технологические процессы переработки руд благородных металлов	Знать основные параметры, оказывающих влияние на эффективность металлургических процессов переработки руд благородных металлов и диапазоны их оптимальных значений; основные причины нарушений работы технологических процессов в металлургии; способы регулирования осуществлением металлургическим процессом Уметь применять полученные знания об условиях протекания технологических процессов переработки руд благородных металлов для обеспечения правильного ведения технологического процесса Владеть навыками корректировки технологических процессов получения цветных металлов в случаях нарушения технологии производства

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Металлургия благородных металлов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория пирометаллургических процессов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производство благородных металлов и проектирование цехов», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	18	2	16
лекции	6	2	4
лабораторные работы	6	0	6
практические/семинарские занятия	6	0	6
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	117	34	83
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификация благородных металлов, теоретические основы цианирования золотосодержащих руд	1	2							Контрольная работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2							

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Извлечение золота и серебра из упорных руд и концентратов							1, 3	25	Отчет по лабораторной работе
2	Аффинаж благородных металлов	2	2			1	6	2	8	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		2				6		42	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация благородных металлов, теоретические основы цианирования золотосодержащих руд	Классификация благородных металлов, их свойства и область применения. Область применения благородных металлов. Источники получения благородных металлов. Общие принципы извлечения благородных металлов из руд. Выщелачивание металлов. Способы извлечение благородных металлов из раствора.

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Извлечение золота и серебра из упорных руд и концентратов	Классификация золотосодержащих руд по видам упорности. Способы извлечения золота из руд различной упорности.
2	Аффинаж благородных металлов	Основные технологические операции и схемы аффинажа

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение в растворах концентрации свободного цианида и защитной щелочи	3
2	Исследование процесса ионообменного извлечения золота из раствора и пульп	3

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
1	Расчет задач по аффинажу благородных металлов	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	34

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Подготовка к практическим занятиям	8
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	15
4	Проработка разделов теоретического материала	50

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Металлургия благородных металлов: метод. указания к практическим работам /сост. А.И. Карпухин – Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2012.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Металлургия благородных металлов: метод. указания к лабораторным работам / сост. В.В. Жмурова. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Выполнение контрольной работы

Цель: Формирование в ходе занятий компетенций, развитие навыков металлургических расчетов применительно к металлургическим технологиям.

Задание на СРС: Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания: При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС: Обучающийся знакомится с

РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы: Активная работа обучающегося на практическом занятии (анализ полученных в результате расчетов вычислений и т.п.). Подготовка и оформление отчетов к лабораторным работам

Цель: Ознакомление с основными процессами подготовки и переработки руд благородных металлов

Задание на СРС: В течение всего семестра обучающийся по мере освоения дисциплины получает задания на лабораторные работы и самостоятельно готовится к их выполнению.

Перед проведением лабораторной работы - ознакомление обучающихся с методикой проведения лабораторных работ, основными приборами и оборудованием, используемыми во время проведения лабораторных работ; ознакомление с соответствующими теоретическими вопросами, что способствует активному участию обучающихся в проведении лабораторных работ и успешной защите отчетов.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов. После самостоятельного изучения литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду ЛР в виде отчета и защитить их посредством ответов на контрольные вопросы. Отчёт по лабораторной работе должен содержать цель работы, список используемого оборудования, краткое описание хода работы, необходимые схемы процессов и оборудования, выполненные расчёты, таблицы и графики, выводы.

Рекомендации по выполнению задания. Обучающийся при выполнении данного вида ЛР может пользоваться как рекомендуемой литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по тематике лабораторных работ. Отчёты по лабораторным работам оформляются в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению каждой лабораторной работы и требованиями стандарта СТО.005-2020. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ».

Рекомендуемый график выполнения: по мере освоения дисциплины

Контроль за выполнением: Формой контроля данного вида СРС являются правильность оформления отчетов и полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам, приведенным к каждой лабораторной работе в методических указаниях.

Подготовка к контрольным работам

Цель: Для подготовки к контрольной работе необходима проработка теоретического материала по разделам курса с целью выполнения данного вида самостоятельной работы.

Задание на СРС: при подготовке к контрольной работе необходимо самостоятельно изучить основную и дополнительную литературу и информационные ресурсы по предложенным преподавателем темам.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов. После самостоятельного изучения литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю контрольную работу.

Рекомендации по выполнению задания. Обучающийся при выполнении данного вида самостоятельной работы может пользоваться как рекомендуемой литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по тематике контрольных работ. Контрольные работы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению контрольной работы и требованиями стандарта СТО.005-2020. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ».

Рекомендуемый график выполнения: в конце освоения дисциплины

Контроль за выполнением: Формой контроля данного вида СРС являются правильность оформления контрольной работы и полнота ответов на вопросы по контрольным

вопросам, приведенным в методических указаниях.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Обучающиеся самостоятельно выполняют контрольную работу, которую сдают в начале сессии на 5-ом курсе. Контрольная работа представляет собой раскрытие теоретического вопроса по тематике дисциплины (тему студент выбирает согласно варианту по списку группы).

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы теоретического вопроса ; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

6.1.2 учебный год 5 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

По мере освоения дисциплины обучающийся предоставляет отчеты по лабораторным работам выполненный в соответствии с СТО 027-2015.

Критерии оценивания.

Формой контроля данного вида СРС являются правильность оформления отчетов и полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам, приведенным к каждой лабораторной работе в методических указаниях.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-5.5	Демонстрирует способность осуществлять выбор технологической схемы переработки золотосодержащих руд в зависимости от химического состава, выбор и обоснование корректирующих действий с целью оптимизации извлечения благородных металлов.	Устное собеседование по вопросам экзаменационного билета

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Обучающемуся заранее выдаются контрольные вопросы для экзамена.

Пример задания:

Вопросы к экзамену:

1. Классификация металлов и металлургических процессов.
2. Группа благородных металлов, её особенности и значение.
3. Основные химические свойства золота.
4. Основные химические свойства серебра.
5. Минералогия и добыча золота. Понятие рудного и россыпного золота.
6. Минералогия и добыча серебра.
7. Общие принципы извлечения золота и серебра из рудного сырья.
8. Основные факторы, определяющие выбор технологии переработки золотосодержащих руд.
9. Рудоподготовка и гравитационное обогащение золотосодержащих руд.
10. Цианистый процесс – основной способ извлечения благородных металлов из руд.
11. Термодинамика процесса цианирования благородных металлов из рудного сырья.
12. Кинетика процесса цианирования золота и серебра.
13. Факторы влияющие (определяющие) процесс цианирования.
14. Взаимодействие цианистых растворов с сопутствующими минералами.
15. Способы цианирования, используемые на практике.
16. Цианирование просачиванием и кучным выщелачиванием.
17. Агитационное цианирование.
18. Отделение золотосодержащих растворов фильтрацией и декантацией.
19. Методы выделения благородных металлов из растворов.
20. Цементация благородных металлов из цианистых растворов.
21. Переработка цинковых осадков.
22. Сорбционное выщелачивание.
23. Сорбционное выщелачивание в применении смолы АМ -2Б
24. Десорбция и регенерация золота со смолы АМ-2Б.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует способность осуществлять выбор технологической схемы переработки золотосодержащих руд в зависимости от	Демонстрирует (не в полной мере) способность осуществлять выбор технологической схемы переработки золотосодержащих руд в	Слабо демонстрирует способность осуществлять выбор технологической схемы переработки золотосодержащих руд в зависимости от химического состава, выбор и	Не демонстрирует способность осуществлять выбор технологической схемы переработки золотосодержащих руд в зависимости от химического состава, выбор и обоснование корректирующих

химического состава, выбор и обоснование корректирующих действий с целью оптимизации извлечения благородных металлов.	зависимости от химического состава, выбор и обоснование корректирующих действий с целью оптимизации извлечения благородных металлов.	обоснование корректирующих действий с целью оптимизации извлечения благородных металлов	действий с целью оптимизации извлечения благородных металлов.
---	--	---	---

7 Основная учебная литература

1. Металлургия благородных металлов : учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" / И. Н. Мачленицкий [и др.] ; Под. общ. ред. Л. В. Чугаева, 1987. - 431.
2. Леонов С. Б. Гидрометаллургия : учебник для вузов по специальности 110200 "Металлургия цветных металлов": [В 2-х ч.]. Ч. 2. Выделение металлов из растворов и вопросы экологии / С. Б. Леонов, Г. Г. Минеев, И. А. Жучков, 2000. - 491.
3. Лодейщиков В. В. Поведение благородных металлов при обжиге пиритных концентратов : автореферат диссертации... кандидата технических наук / В. В. Лодейщиков, 1960. - 23.
4. Лодейщиков В. М. Исследование процесса и разработка аммиачно-цианистой технологии переработки медистых золотых руд : автореферат диссертации ... кандидата технических наук: 05.16.02 / Лодейщиков Василий Михайлович, 2011. - 19.
5. Минеев Г. Г. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд / Геннадий Григорьевич Минеев, Сергей Борисович Леонов, 1997. - 81.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Карпухин А. И. Металлургия благородных металлов [Электронный ресурс] : конспект лекций / А. И. Карпухин, 2012. - 77.
2. Котляр. Металлургия благородных металлов [Текст] : учебник для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" : в 2 кн. Кн. 1, 2005. - 431.
3. Котляр. Металлургия благородных металлов [Текст] : учебник для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Металлургия" : в 2 кн. Кн. 2, 2005. - 391.
4. Благородные металлы : справочник / Под ред. Е. М. Савицкого, 1984. - 592.
5. Благородные металлы и их применение / Институт физики металлов Уральского научного центра АН СССР. Вып. 28, 1971. - 359.
6. Современные экстракционно-сорбционные методы разделения цветных металлов : обзор. Ч. 1 : Actinides and rare earth elements, 1971. - 268.
7. Современные экстракционно-сорбционные методы разделения цветных металлов : обзор: в 2 ч. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. цв. металлургии. Ч. 2 : Щелочные, редкие, рассеянные и благородные металлы, 1972. - 284.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Технологические материалы, лабораторное оборудование, реактивы.