

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

Структурное подразделение «Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей
среды им. С.Б. Леонова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 07 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ХИМИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Трусова Валентина Валерьевна Дата подписания: 05.05.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федотов Константин Вадимович Дата подписания: 20.05.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Химия и применение флотационных реагентов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной тех-нологии переработки	ПКС-2.9
ПКС-3 Способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию	ПКС-3.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.9	Способен осуществлять выбор флотационных реагентов в зависимости от свойств минерального сырья и вмещающих пород	Знать классификацию флотационных реагентов по целевому назначению Уметь выбирать реагенты в зависимости от вещественного состава руды и вмещающих пород Владеть научной терминологией в области флотационного обогащения полезных ископаемых
ПКС-3.5	Способен выбирать и обосновывать применение реагентов при флотационном обогащении полезных ископаемых	Знать общие принципы выбора и обоснования применения определенных классов реагентов при флотационном обогащении различных типов руд Уметь производить сравнительную оценку эффективности применения флотационных реагентов применительно к данному полезному ископаемому Владеть литературой для обоснования выбора флотационных реагентов в зависимости от типа минерального сырья

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Химия и применение флотационных реагентов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Химия», «Технологическая минералогия», «Физическая химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Флотационные методы обогащения», «Технологии обогащения полезных ископаемых», «Проектирование обогатительных фабрик», «Производственная практика: производственно-технологическая практика», «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 № 7
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ 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	Взаимодействие минералов с реагентами	1	2							Устный опрос
2	Флотационные реагенты	2	2							Отчет по лабораторной работе
3	Собиратели	3	8	1, 2	4			1, 2	12	Отчет по лабораторной работе
4	Депрессоры	4	6	3, 4, 5	5			1, 2	18	Отчет по лабораторной работе
5	Активаторы	5	6	6	2			1, 2	6	Отчет по лабораторной работе

6	Пенообразователи	6	6	7	2			1, 2	6	Отчет по лабораторной работе
7	Регуляторы среды	7	2	8, 9, 10	3			1, 2	18	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		16				96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Взаимодействие минералов с реагентами	Свойства минералов, влияющие на процесс взаимодействия с минералами. Основные формы взаимодействия реагентов с минералами
2	Флотационные реагенты	Назначение и классификация флотационных реагентов
3	Собиратели	Строение и классификация собирателей. Сульфгидрильные собиратели. Неионогенные собиратели, содержащие 2-х валентную серу. Механизм закрепления сульфгидрильных собирателей на минералах. Оксигидрильные собиратели. Карбоновые кислоты и их соли. Заменители олеиновой кислоты. Основные факторы, влияющие на флотацию минералов жирными кислотами. Органические производные фосфорной и мышьяковой кислот, гидраксамовые кислоты. Органические производные серной кислоты. Катионные собиратели. Аполярные собиратели.
4	Депрессоры	Основные механизмы действия депрессоров. Неорганические депрессоры. Высокмолекулярные органические депрессоры
5	Активаторы	Характеристика основных активаторов. Основные механизмы действия активаторов
6	Пенообразователи	Роль и механизм действия пенообразователей. Селективнодействующие вспениватели. Неселективнодействующие вспениватели.
7	Регуляторы среды	Регуляторы pH. Коагулянты, пептизаторы, диспергаторы

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Анализ активности ксантогената	2
2	Определение критериев качества олеиновой кислоты	2

3	Определение чистоты железного купороса	1
4	Определение модуля и активности жидкого стекла	2
5	Определение чистоты цинкового купороса	2
6	Определение активности сернистого натрия	2
7	Определение устойчивости пен	2
8	Определение активности извести	1
9	Определение активности кальцинированной соды	1
10	Определение активности едкого натра	1

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	30
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	30

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: лекция-беседа, разбор конкретных ситуаций

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Трусова В.В. Химия и применение флотационных реагентов: лаб. практикум Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. - 80 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Вид самостоятельной работы: Подготовка к лабораторным работам

При подготовке к лабораторным работам работе обучающийся должен:

- 1) внимательно ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы и установить, в чём состоит цель и задача работы;
- 2) по лекционному курсу и рекомендованным литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной лабораторной работе;
- 3) ознакомиться с порядком выполнения работы;
- 4) приготовить в рабочей тетради заготовку отчета лабораторной работы, в которой указать:

- титульный лист;

- номер, название, цель работы и дату её выполнения;

- расчетные формулы, по которым будут производиться вычисления.

Контроль выполнения СРС: к началу лабораторных занятий должен быть подготовлен

шаблон отчета по лабораторной работе, в который необходимо необходимые расчётные формулы, подготовить таблицы для наблюдений.

Вид самостоятельной работы: Оформление отчетов по лабораторным работам
После завершения лабораторной работы каждый обучающийся составляет индивидуальный отчет, который проверяется преподавателем, а затем защищается студентом.

Отчет по каждой работе должен содержать основные сведения по изучаемому разделу дисциплины, цель работы, методику проведения и описание результатов опытов, расчеты, таблицы, графические зависимости, анализ данных и выводы.

Графическая часть работы выполняется с помощью компьютерных программ. Каждый график должен иметь четко нанесенные точки, пронумерован и расшифрован в подрисуночных подписях. В тексте, формулах, таблицах и графиках обязательно указание размерностей величин.

Контроль выполнения СРС: Правильность оформления отчетов

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 семестр 7 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Тема (раздел) Флотационные реагенты

Описание процедуры: Проверка наличия отчета по лабораторной работе. Оценка правильности выполнения работы, расчетов и интерпретации полученных данных, выводов по работе. Графики (при необходимости) должны иметь четко нанесенные точки, пронумерованы и расшифрованы в подрисуночных подписях. Обучающемуся в ходе устной беседы задаются вопросы по теме выполненной лабораторной работы.

Вопросы для контроля: контрольные вопросы приведены в каждой лабораторной работе (Трусова В.В. Химия и применение флотационных реагентов: лаб. практикум Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. - 80 с.)

Критерии оценивания.

Критерии оценки: при наличии оформленного отчета по лабораторной работе с правильными результатами обучающийся в устной беседе получает от преподавателя три вопроса по теме. При правильном ответе на минимум два из трех заданных вопросов тема считается зачтенной.

6.1.2 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Тема (раздел) Взаимодействие минералов с реагентами

Описание процедуры: на лекции после изучения темы преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся)

Вопросы для контроля:

1. Кристаллохимическое строение минералов
2. Как такое изоморфная примесь?
3. Что такое двойной электрический слой и какую роль он играет при закреплении

реагентов на поверхности минерала?

4. Какие существуют основные формы взаимодействия реагентов с минералами?

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося при устном опросе на лекционных занятиях

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-2.9	Демонстрирует знания в области выбора реагентов для извлечения минералов в зависимости от характеристик минерального сырья и вмещающих пород	тестирование
ПКС-3.5	Демонстрирует знания в области выбора реагентов для комплексного извлечения ценных компонентов	тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен сдается по тестовым заданиям по вариантам. В каждом тесте содержится 10 вопросов по разделам дисциплины. На решение тестового задания дается 30 минут

Пример задания:

1. одним из основных флотореагентов являются собиратели, их задача:

- 1) повысить гидрофобность извлекаемого в пену минерала;
- 2) повысить гидрофобность не извлекаемого в пену минерала;
- 3) повысить гидрофильность пустой породы;
- 4) понизить гидрофобность извлекаемого в пену минерала;
- 5) повысить рН пульпы.

2. Реагент, не являющийся собирателем:

- 1) КМЦ;
- 2) АНП;
- 3) таловое масло;
- 4) бутиловый ксантогенат;
- 5) олеат натрия.

3. К неорганическим реагентам-подавителям относятся:

- 1) сернистый натрий
- 2) цианиды
- 3) крахмал
- 4) КМЦ

4. Примером механизма действия реагентов-подавителей, когда происходит растворение ранее закрепившего собирателя (без повторного его закрепления) является:

- 1) подавление флотации сульфидов меди (халькопирита, ковеллина, халькозина и др.) с помощью цианидов;
- 2) подавление щелочами флотации галенита;
- 3) подавление двуххромовокислым калием флотации галенита;

5. Активатор при флотации окисленных минералов тяжелых цветных металлов сульфгидрильными собирателями:

- 1) Na₂S;
- 2) CaCl₂;
- 3) H₂SO₄;
- 4) КМЦ;
- 5) CuSO₄.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Выполнил итоговый тест на более чем 95%, при условии своевременного выполнения и защиты лабораторных работ	Своевременно выполнил и защитил лабораторные работы, выполнил итоговый тест на 75-94%.	Выполнил итоговый тест на 55-74%, своевременно не выполнил лабораторные работы	Выполнил итоговый тест на менее чем на 55%, своевременно не выполнил лабораторные работы

7 Основная учебная литература

1. Химия и применение флотационных реагентов [Электронный ресурс] : конспекты лекций / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 46.
2. Абрамов А. А. Флотационные методы обогащения : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / А. А. Абрамов, 2008. - 707.
3. Абрамов А. А. Химия флотационных систем / А. А. Абрамов, С. Б. Леонов, М. М. Сорокин, 1982. - 312.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Трусова В. В. Химия и применение флотационных реагентов : лабораторный практикум по направлению подготовки 21.05.04 "Горное дело" / В. В. Трусова, 2018. - 80.
2. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья : справочник : в 2 кн. / Л. Я. Шубов; под ред. Л. В. Кондратьевой. Кн. 1, 1990. - 400.

3. Шубов. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья : справочник : в 2 кн. Кн. 2, 1990. - 262.
4. Трусова В. В. Химия и применение флотационных реагентов : электронный курс / В. В. Трусова, 2023
5. Хан Григорий Анисимович. Флотационные реагенты и их применение / Григорий Анисимович Хан, Лия Ивановна Габриелова, Нина Сергеевна Власова, 1986. - 270.
6. Сорокин М. М. Химия флотационных реагентов. Раздел: Собиратели. Физико-химические и флотационные свойства : учеб. пособие / М. М. Сорокин, 1978. - 128.
7. Сорокин М. М. Химия флотационных реагентов: Раздел "Пенообразователи и регуляторы флотации : учебное пособие / М. М. Сорокин, 1979. - 124.
8. Основы теории и практика применения флотационных реагентов / С. В. Дуденков, Л. Я. Шубов, Л. А. Глазунов др., 1969. - 390.
9. Дуденков С. В. Флотационные реагенты-пенообразователи / С. В. Дуденков , 1965. - 55.
10. Дуденков С. В. Флотационные реагенты : монография / С. В. Дуденков , 1964. - 219.
11. Флотационные реагенты. Механизмы действия, физико-химические свойства, методы исследования и анализа / В. А. Кремер; ред. В. А. Кремер, 1974. - 240.
12. Шубов Л. Я. Запатентованные флотационные реагенты : справ. пособие / Л. Я. Шубов, С. И. Иванков, 1992. - 362.
13. Дуденков С. В. Флотационные реагенты-регуляторы и флокулянты / С. В. Дуденков, 1966. - 88.
14. Разумов. Флотация : конспект лекций. Ч. 2 : Флотационные реагенты и технология флотационного процесса, 1968. - 152.

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

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Технологическое оборудование
2. Сушильный шкаф "ШС-80-01"

3. Проектор Toshiba TLP-X100

4. Доска экран 160*160

5. Компьютер P4/1024/160/SVGA256Mb/DVD-RW/кл/мышь/сет.фильтр/ TFT 17 Samsung