

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 (131)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 19 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ХИМИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Трусова Валентина Валерьевна Дата подписания: 22.05.2026
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федотов Константин Вадимович Дата подписания: 26.05.2026
--

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 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-2.6
ПКС-3 Способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию	ПКС-3.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.6	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-3.4	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 навыками работы с 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»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Технологии обогащения полезных ископаемых»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	14	2	12
лекции	8	2	6
лабораторные работы	6	0	6
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	121	34	87
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

Учебный год № 3

№ 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					1, 2	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 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	Флотационные	1	6	1, 2,	6			1, 2,	87	Отчет по

	реагенты			3				3, 4, 5		лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		6		6				96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Взаимодействие минералов с реагентами	Свойства минералов, влияющие на процесс взаимодействия с минералами. Основные формы взаимодействия реагентов с минералами

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Флотационные реагенты	Назначение и классификация флотационных реагентов. Собиратели. Строение и классификация собирателей. Механизм закрепления собирателей на минералах. Депрессоры. Основные механизмы действия депрессоров. Активаторы. Основные механизмы действия активаторов. Пенообразователи. Роль и механизм действия пенообразователей. Регуляторы среды

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Анализ активности ксантогената	2
2	Определение активности извести	2
3	Определение устойчивости пен	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	10
2	Проработка разделов теоретического материала	24

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
---	---------	----------------------------

		часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	19
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	6
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6
5	Проработка разделов теоретического материала	50

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: Написание реферата

Содержание реферата должно соответствовать теме и ее плану. Текст реферата должен отражать авторскую позицию по проблеме. При подготовке реферата используйте не менее 5-7 источников (желательно, разных видов, в том числе Интернет-ресурс). Текст реферата записывайте лаконичным литературным языком. Правильно используйте терминологию. При первом применении новых терминов объясните их значение, избегая сложных конструкций, а также предложений, не имеющих прямого отношения к определению термина. Правильно оформляйте используемые цитаты.

Примерные этапы работы над рефератом:

1. Отбор основных источников по теме.
2. Составление библиографии.
3. Конспектирование или тезирование необходимого материала.
4. Систематизация зафиксированной и отобранной информации.
5. Определение основных понятий.
6. Разработка логики исследования, составление плана.
7. Реализация плана, написание реферата.
8. Самоанализ, предполагающий новизну текста, степень раскрытия сущности проблемы, обоснованности выбора источников.
9. Проверка правильности оформления списка литературы.
10. Редакторская правка.
11. Оформление реферата и проверка текста с точки зрения грамотности и стилистики.

Важно! Все рефераты проверяются преподавателем на плагиат (оригинальность работы должна быть не менее 70%).

Правила оформления: Объем реферата – 7-10 страниц машинописного текста. Текст набирается на компьютере: шрифт Times New Roman -14, интервал 1, с полями: справа 1 см, слева 3 см, сверху и снизу 2 см. Нумерация страниц внизу по центру страницы, начиная с второй страницы (содержание). Выравнивание по ширине. В конце реферата представляется список использованной литературы с точным указанием авторов,

названия, места и года ее издания.

Примерные темы рефератов:

1. Кристаллохимическое строение минералов, его влияние на флотацию.
2. Примеси в минералах и вторичные изменения минералов, влияние на закрепление реагентов.
3. Основные формы взаимодействия реагентов с минералами.

Контроль выполнения СРС: полнота раскрытия темы реферата, правильность, логичность и последовательность работы

Вид самостоятельной работы: Проработка отдельных разделов теоретического курса

Темы для самостоятельного изучения:

- Главные составляющие части флотационной системы;
- Взаимодействие жидкой и газовой фаз;
- Взаимодействие твердой и жидкой фаз;
- Приготовление раствора реагента заданной концентрации;
- Неионогенные собиратели, содержащие 2-х валентную серу;
- Карбоновые кислоты и их соли. Заменители олеиновой кислоты;
- Органические производные фосфорной и мышьяковой кислот, гидраksamовые кислоты. Органические производные серной кислоты;
- Неорганические депрессоры;
- Высокомолекулярные органические депрессоры;
- Селективнодействующие вспениватели;
- Неселективнодействующие вспениватели.

Изучение темы следует начать с основной литературы, для углубленного изучения темы, необходимо перейти к чтению дополнительной литературы и интернет-ресурса. Затем написать конспект, который должен содержать краткое изложение материала по заданной теме.

Контроль выполнения СРС: проверка конспектов изученных источников, опрос освоенного материала.

Вид самостоятельной работы: Подготовка к лабораторным работам

При подготовке к лабораторным работам работа 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, относящую 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

Вид самостоятельной работы: Подготовка к сдаче и защите отчетов

Правильно оформленный отчет по лабораторной работе предоставляется преподавателю на устную защиту. При защите отчета необходимо знать основы теории по данному разделу дисциплины, устройство, назначение и правила регулирования аппаратов, методику проведения работы, расчетные формулы, значения и размерности величин, входящих в них, уметь анализировать полученные данные.

Контроль выполнения СРС: Полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам, приведенным к каждой лабораторной работе в методических указаниях.

Вид самостоятельной работы: Выполнение тренировочных и обучающих тестов

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся ответы. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- а) проработать информационный материал по дисциплине, предварительно проконсультироваться с преподавателем по вопросам выбора учебной литературы;
- б) выяснить условия тестирования: количество тестовых заданий, количество времени на выполнение тестов, система оценки результатов;
- в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;
- г) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать возможных ошибок. Тестовые задания размещены на сайте электронного образования ИРНИТУ (курс Химия и применение флотационных реагентов <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4462>)

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 3 | Устный опрос

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

6.1.2 учебный год 4 | Отчет по лабораторной работе

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.

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

6.2 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-2.6	Демонстрирует знания в области выбора реагентов для извлечения минералов в зависимости от характеристик минерального сырья и вмещающих пород	тестирование
ПКС-3.4	Демонстрирует знания в области выбора реагентов для комплексного извлечения ценных компонентов	тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамены проводятся в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки

заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился». В ведомости должны быть заполнены все графы. В случае исправления экзаменатором оценки в экзаменационной ведомости и зачетной книжке им делается запись «исправленному на (оценка) верить» и ставится подпись. Если в процессе зачета студент использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «не удовлетворительно».

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

Экзамены проводятся в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка

проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился». В ведомости должны быть заполнены все графы. В случае исправления экзаменатором оценки в экзаменационной ведомости и зачетной книжке им делается запись «исправленному на (оценка) верить» и ставится подпись.

Если в процессе зачета студент использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «не удовлетворительно».

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) KMnO₄;
- 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. Абрамов А. А. Химия флотационных систем / А. А. Абрамов, С. Б. Леонов, М. М. Сорокин, 1982. - 312.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27322.pdf>

2. Трусова В. В. Химия и применение флотационных реагентов : электронный курс / В. В. Трусова, 2023

[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4462>

3. Трусова В. В. Химия и применение флотационных реагентов : лабораторный практикум по направлению подготовки 21.05.04 "Горное дело" / В. В. Трусова, 2018. - 80.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-18155.pdf>

4. Абрамов А. А. Флотационные методы обогащения : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / А. А. Абрамов, 2008. - 707.

5. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья : справочник : в 2 кн. / Л. Я. Шубов; под ред. Л. В. Кондратьевой. Кн. 1, 1990. - 400.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-21672.pdf>

6. Шубов. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья : справочник : в 2 кн. Кн. 2, 1990. - 262.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-21678.pdf>

7. Химия и применение флотационных реагентов [Электронный ресурс] : конспекты лекций / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 46.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-3686.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Хан Григорий Анисимович. Флотационные реагенты и их применение / Григорий Анисимович Хан, Лия Ивановна Габриелова, Нина Сергеевна Власова, 1986. - 270.

2. Клебанов О. Б. Справочник технолога по обогащению руд цветных металлов / О. Б. Клебанов, Л. Я. Шубов, Н. К. Щеглова; под ред. А. В. Троицкого, 1974. - 471.

3. Шубов Л. Я. Запатентованные флотационные реагенты : справ. пособие / Л. Я. Шубов, С. И. Иванков, 1992. - 362.

4. Шубов Л. Я. Теоретические основы и практика применения аполярных масел при флотации / Л. Я. Шубов, А. С. Кузькин, А. К. Лившиц, 1969. - 145.

5. Флотационные реагенты : библиографический список № 709/61, 1962. - 57.

6. Дуденков С. В. Флотационные реагенты-пенообразователи / С. В. Дуденков, 1965. - 55.

7. Дуденков С. В. Флотационные реагенты : монография / С. В. Дуденков, 1964. - 219.

8. Флотационные реагенты. Механизмы действия, физико-химические свойства, методы исследования и анализа / В. А. Кремер; ред. В. А. Кремер, 1974. - 240.

9. Флотационные реагенты : сб. ст. / АН СССР, Науч. совет по физ.-хим. пробл. обогащения полез. иск., Ин-т пробл. комплекс. освоения недр, 1986. - 243.

10. Ерчиковский Г. О. Флотационные реагенты, их значение для обогащения руд и перспективы производства их в СССР. Из работ Лаборатории синтеза реагентов Гинццветмета / Г. О. Ерчиковский, 1932. - 64.

11. Разумов. Флотация : конспект лекций. Ч. 2 : Флотационные реагенты и технология флотационного процесса, 1968. - 152.

12. Небера В. П. Флотационные реагенты США / В. П. Небера, 1963. - 43.

13. Новые флотационные реагенты и их применение / А. К. Лившиц [и др.], 1966. - 27.

14. Сорокин М. М. Химия флотационных реагентов. Раздел: Собиратели. Физико-химические и флотационные свойства : учеб. пособие / М. М. Сорокин, 1978. - 128.

15. Сорокин М. М. Химия флотационных реагентов: Раздел "Пенообразователи и регуляторы флотации : учебное пособие / М. М. Сорокин, 1979. - 124.

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"