

**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: очная

---

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: 22.05.2026
--

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-2.9
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	<b>Знать</b> классификацию флотационных реагентов по целевому назначению <b>Уметь</b> выбирать реагенты в зависимости от вещественного состава руды и вмещающих пород <b>Владеть</b> научной терминологией в области флотационного обогащения полезных ископаемых
ПКС-3.5	Способен выбирать и обосновывать применение реагентов при флотационном обогащении полезных ископаемых	<b>Знать</b> общие принципы выбора и обоснования применения определенных классов реагентов при флотационном обогащении различных типов руд <b>Уметь</b> производить сравнительную оценку эффективности применения флотационных реагентов применительно к данному полезному ископаемому <b>Владеть</b> 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»

### 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
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, гидраksamовые кислоты. Органические производные серной кислоты. Катионные собиратели. Аполярные собиратели.
4	Депрессоры	Основные механизмы действия депрессоров. Неорганические депрессоры. Высокомолекулярные 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, 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

## **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 двухромовокислым калием флотации галенита;

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

- 1) Na<sub>2</sub>S;
- 2) CaCl<sub>2</sub>;
- 3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 4) КМЦ;
- 5) CuSO<sub>4</sub>.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
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