

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 21.05.2025 10:30:54

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32e007fbb5cb95a6b9543da074a1caaf07034

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра экономических, гуманитарных и общеобразовательных дисциплин

Рабочая программа дисциплины

### Б1.В.01 Реагенты и физико-химические процессы

для программы специалитета по специальности

21.05.04 Горное дело

Специализация: Обогащение полезных ископаемых

Форма обучения: очная

Автор: Погуляева И.А., к.б.н., доцент, кафедра экономических, гуманитарных и общеобразовательных дисциплин, e-mail: irawalker2012@yandex.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Заведующий кафедрой разработчика ЭГиОД _____ / <u>Ахмедов Т.А.</u></p> <p>протокол № 9 от «02» _____ апреля 2025 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Заведующий выпускающей кафедрой ГД _____ / <u>Рочев В.Ф.</u></p> <p>протокол № 10 от «04» _____ апреля 2025 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО _____ / <u>Бензиевская К.А.</u></p> <p>«22» _____ апреля 2025 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП</p> <p>Председатель УМС _____ / <u>Ядреева Л.Д.</u> протокол УМС № 9 от «24» _____ апреля 2025 г.</p>		<p>Зав. библиотекой _____ / <u>Емельянова К.Н.</u> «21» _____ апреля 2025 г.</p>



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 282e0b77c015f2882407c5eb65e7822a198ac29e

Владелец Рукович Александр Владимирович

Действителен с 26.02.2024 по 21.05.2025

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.01 Реагенты и физико-химические процессы**  
Трудоемкость 5 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Цели освоения дисциплины: формирование у студентов общих фундаментальных представлений о механизмах действия реагентов, применяемых в основных, подготовительных и вспомогательных процессах обогащения полезных ископаемых, приобретение навыков по подбору и применению реагентов в технологических процессах.

Задачи: ознакомить с применяемыми в практике обогащения полезных ископаемых современными реагентами для флотационного обогащения руд и углей, для окомкования и брикетирования рудной и каменноугольной мелочи; реагентами, используемыми в процессах сгущения и обезвоживания шламов, при очистке оборотных циклов воды на обогатительных фабриках; ознакомить с используемыми на практике методиками изучения свойств химических реагентов; сформировать у студентов навыки использования различных химических реагентов в процессах обогащения и обезвоживания шламов.

*Краткое содержание:*

Использование химических реагентов в основных, подготовительных и вспомогательных технологических процессах: обогащения полезных ископаемых, обезвоживания продуктов обогащения, подготовки сырья к обогащению, очистки промышленных вод и других процессах. Химические реагенты, используемые в подготовительных процессах: для интенсификации измельчения руд, для подавления коррозии металлов и др. Химические реагенты в процессах обогащения полезных ископаемых: флотационных методах обогащения, флотогравитации, выщелачивании, комбинированных схемах обогащения с процессами химии или металлургии, в процессах окислительного, восстановительного, сульфатизирующего, хлорирующего и др. видах обжига руд, в электрических методы обогащения. Химические реагенты во вспомогательных процессах: для сгущения, обезвоживания, окомкования и брикетирования шламов, при очистке оборотных циклов воды на обогатительных фабриках, для пылеподавления, предупреждения смерзания. Хвостовое хозяйство ОФ.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Профессиональные компетенции	ПК-4: Способен разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять	Способен использовать физико-химический потенциал при проектировании технологии обогащения полезных ископаемых (ПК-4.5)	<i>Знать:</i> физические и химические свойства реагентов, используемых при обогащении полезных ископаемых, особенности их применения; закономерности разделения минералов на основе различия их физических и химических свойств с применением реагентов, методы изменения свойств минералов с	лабораторная работа, рабочая тетрадь, контрольная работа, тест, экзаменационные билеты

	<p>параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик</p>		<p>использованием реагентов; механизмы действия, состав и области применения химических реагентов; свойства реагентов для получения оптимальных результатов при проведении процессов обогащения, обезвоживания, окомкования и других методов, применяемых в обогащении сырья</p> <p><i>Уметь:</i> управлять стабильностью процессов, используя реагенты; производить выбор необходимых реагентных режимов; обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса; синтезировать и критически резюмировать полученную информацию;</p> <p><i>Владеть:</i> научной терминологией в области обогащения, обезвоживания полезных ископаемых и других процессах, где применяются реагенты</p>	
--	---	--	--	--

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.01	Реагенты и физико-химические процессы	5	Б1.Б.15 Физика Б1.Б.16 Химия Б1.В.10 Органическая химия	Б1.В.02 Подготовительные процессы обогащения полезных ископаемых Б1.В.03 Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых Б1.В.04 Флотационные процессы обогащения полезных ископаемых Б1.В.05 Процессы обезвоживания, окомкования и складирования продуктов обогащения

				Б1.В.ДВ.03.01 Химические методы обогащения полезных ископаемых
--	--	--	--	--

**1.4. Язык преподавания:** русский.

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Выписка из учебного плана: для группы С-ГД(ОПИ)-25**

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.01 Реагенты и физико-химические процессы	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
<i>Контрольная работа</i> , семестр выполнения	5	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	5	
<b>Трудоемкость (в часах)</b> (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	180	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	75	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	36	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	36	-
- практические занятия	18	-
- лабораторные работы	18	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	78	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	27	

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах						КСП (консультации)	Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Практические занятия	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ		
Введение. Использование химических реагентов (раздел 1)	153	2	-	6	-	-	-	3	8 (ПР)
Химические реагенты, используемые в подготовительных процессах (раздел 2)		4	-	-	-	-	-		4 (СТ)
Химические реагенты, используемые в процессах обогащения (раздел 3)		20	-	6	-	10	-		8 (ПР) 10 (ЛР) 4 (СТ)
Химические реагенты, используемые во вспомогательных процессах (раздел 4)		12	-	2	-	8	-		8 (ЛР) 6 (СТ)
Контрольная работа		-	-	-	-	-	-		24 (К)
Тестирование		-	-	4	-	-	-		6 (ПТ)
<b>Всего часов</b>	<b>153</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>78</b>

Примечание: ПР – работа на практических занятиях, ЛР – составление отчетов по лабораторным занятиям, ПТ – подготовка к тестированию, К – написание контрольной работы, СТ – самостоятельное изучение тем.

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

##### *Раздел 1. Введение. Использование химических реагентов*

**Тема 1.** Химические реагенты в основных, подготовительных и вспомогательных технологических процессах: обогащения полезных ископаемых, обезвоживания продуктов обогащения, подготовки сырья к обогащению, очистки промышленных вод и других процессах.

##### *Раздел 2. Химические реагенты, используемые в подготовительных процессах*

**Тема 2.** Химические реагенты, используемые в подготовительных процессах: для интенсификации измельчения руд, для подавления коррозии металлов. Ингибиторы коррозии. Физико-химические свойства. Механизм действия. Применение. Примеры наиболее популярных ингибиторов. Реагенты-интенсификаторы процесса измельчения. Механизм действия. Применение.

##### *Раздел 3. Химические реагенты, используемые в процессах обогащения*

**Тема 3.** Химические реагенты во флотационных методах обогащения. Классификация. Назначение.

3.1. Реагенты-собиратели. Классификация. Назначение. Двойной электрический слой. Его роль в формировании гидратного слоя и закреплении реагентов на поверхности.

Физическая и химическая адсорбция. Природа воды. Гидратный слой. Влияние реагентов-собирателей на глубину гидратного слоя. Роль толщины гидратного слоя в закреплении частицы на пузырьке. Гетерополярные собиратели. Значение растворимости гетерополярных собирателей для флотации. Механизм закрепления гетерополярных собирателей на поверхности минерала. Перемасливание. Анионные собиратели. Оксигидрильные собиратели. Классификация. Карбоновые кислоты и их мыла. Зависимость растворимости и флотационной активности карбоновых кислот от строения углеводородного радикала. Условия применения жирных кислот (среда, температура пульпы). Физико-химические свойства. Применение в обогащении руд. Строение молекул оксигидрильных собирателей на примере олеата натрия. Промышленные реагенты на основе жирных кислот. Техническая олеиновая кислота. Талловое масло. Органические производные серной и сернистой кислоты и др. Сульфгидрильные собиратели. Классификация. Ксантогенаты. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении руд. Связь флотируемости сульфидов металлов в зависимости от растворимости их ксантогенатов. Влияние строения ксантогенатов на их флотационную активность. Механизм действия ксантогенатов по гипотезе Шведова. Аэрофлоты. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении руд. Катионные собиратели. Амины. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении руд. Требования к ионогенным собирателям. Условия применения (использование контактных чанов, действия для предотвращения окисления поверхности минералов). Совместное действие собирателей. Аполярные (неионогенные) собиратели. Механизм закрепления аполярных собирателей на поверхности минерала. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении полезных ископаемых.

3.2. Вспениватели (пенообразователи). Назначение. Требования к аэрированности пульпы, скорости движения, размерам пузырьков. Механизм действия вспенивателя. Требования к пене и пузырькам воздуха. Типы флотационных пен. Связь поверхностная активности вспенивателей с длиной и строением углеводородного радикала. Правило Траубе. Основные, кислые, нейтральные вспениватели. Селективные и неселективные вспениватели. Крезол. Циклогексанол. Расход реагентов. Применение в обогащении полезных ископаемых. Сосновое масло. Реагенты Т-66, Т-80. Терпинеол. Расход реагентов. Применение в обогащении полезных ископаемых. Вспениватели при обогащении углей и других неметаллических полезных ископаемых.

3.3. Реагенты-модификаторы. Регуляторы среды. Причины применения в обогащении полезных ископаемых. Реагенты-депрессоры. Механизмы действия депрессоров. Цианиды. Механизм действия. Ряд Каковского. Применение в обогащении руд. Сернистый натрий. Механизм действия. Применение в обогащении руд. Щелочи. Механизм действия. Применение в обогащении руд. Депрессирующее действие сульфидоксидных соединений (сернистая кислота, соли щелочных металлов, тиосульфат натрия, гидросульфит натрия). Хроматы и бихроматы; Цинковый купорос. Механизм действия. Применение в обогащении руд. Жидкое стекло. Органические депрессоры. Механизм действия. Применение в обогащении руд. Реагенты-активаторы. Действие активаторов на поверхность минералов. Зависимость активности активатора от растворимости ксантогенатов металлов. Активаторы сульфидов металлов. Медный купорос. Активаторы кварца. Механизм активации кварца. Сульфидизаторы. Механизм действия. Применение в обогащении руд.

3.4. Другие реагенты, применяемые при флотации: диспергаторы, стабилизаторы эмульсий.

**Тема 4.** Процессы, которые применяют в обогащении с использованием реагентов. Флотогравитация.

**Тема 5.** Процессы, которые применяют в обогащении с использованием реагентов. Выщелачивание.

**Тема 6.** Процессы, которые применяют в обогащении с использованием реагентов. Обжиг.

#### ***Раздел 4. Химические реагенты, используемые во вспомогательных процессах***

**Тема 7.** Химические реагенты, используемые для обезвоживания шламов и очистки оборотной воды. Проблемы, возникающие при седиментации тонкодисперсных частиц. Флокулянты и коагулянты в процессах сгущения, обезвоживания шламов и очистке оборотной воды. Флокуляция и коагуляция. Механизмы действия. Неорганические коагулянты. Полимерные коагулянты. Растворение и деструкция полимеров. Методики исследования эффективности действия полиэлектролитов. Практическое применения флокулянтов и коагулянтов в процессах очистки шахтных вод и углеобогащения.

**Тема 8.** Полимерные соединения для брикетирования угольных шламов. Брикетирование, общие сведения. Механизм действия полимеров при процессах брикетирования. Практическое применение полимеров при брикетировании шламов и окомковании угольной мелочи.

**Тема 9.** Полимерные соединения для пылеподавления. Экологические проблемы складирования сухих угольных шламов. Механизм действия реагентов-пылеподавителей. Примеры практического применения.

**Тема 10.** Использование полимеров и органических соединений для снижения смерзаемости угольных шламов и повышения их транспортабельности. Принцип действия полимерных реагентов-абсорбентов.

**Тема 11.** Реагенты-диспергаторы для гидротранспорта сгущенных пульп и водоугольных суспензий (ВУС). Проблемы текучести угольно-глинистых суспензий. Примеры практического применения.

**Тема 12.** Хвостовое хозяйство обогатительных предприятий. Необходимость использования химических реагентов для эффективной эксплуатации сооружений хвостового хозяйства. Актуальные вопросы эксплуатации хвостохранилищ. Возможности использования модификаторов реологии для увеличения срока службы хвостохранилищ. Методики исследования. Практическое применение.

### **3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями, проблемное обучение.

*Лекция-визуализация* способствует преобразованию устной и письменной информации в визуальную форму при использовании схем, рисунков, чертежей и т.п. Такая лекция способствует успешному решению проблемной ситуации, т.к. активно включается мыслительная деятельность обучающихся при широком использовании наглядности и т.д.

*Работа в малых группах на лабораторных занятиях* позволяет развить умение работать в команде, планировать и делать выводы на основании произведенных действий, т.е. закладывает основы научно-исследовательской работы в дальнейшей профессиональной деятельности. Все лабораторные работы по данной дисциплине представляют собой экспериментальные исследования.

*Практическая подготовка* включает в себя выполнение следующих видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: создание кейсов по работе обогатительных фабрик с целью подбора оптимального реагентного режима производства. Обучение проходит в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной и производственной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации (рекомендуется рассматривать опыт действующих ОФ). Данная форма обучения перекликается с проблемным обучением, когда перед обучающимися последовательно и целенаправленно выдвигается проблемная задача, разрешая которую обучаемые активно добывают знания, развивают мышление, делают выводы, обобщающие свою позицию по решению поставленной проблемы (в качестве варианта контроля по данной форме обучения планируется выполнение контрольной работы).

Практическая подготовка будет проходить на базе учебной лаборатории химии ТИ (ф) СВФУ.

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

Раздел	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1-4	5	Лекции-визуализации	4
3, 4	5	Работа в малых группах на лабораторных занятиях	4
	5	Практическая подготовка (кейс)	4
Всего:			12 (4л, 4лр, 4 пр)

**4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Содержание СРС**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1.	Введение. Использование химических реагентов (раздел 1)	Составление отчетов по практическим занятиям (ауд. СРС)	8 (ПР)	Проверка рабочей тетради
2.	Химические реагенты, используемые в подготовительных процессах (раздел 2)	Самостоятельное изучение тем (внеауд. СРС)	4 (СТ)	Тестирование, экзаменационные вопросы
3.	Химические реагенты, используемые в процессах обогащения (раздел 3)	Составление отчетов по практическим занятиям (ауд. СРС) Составление отчетов по лабораторным занятиям (ауд. СРС) Самостоятельное изучение тем (внеауд. СРС)	8 (ПР) 10 (ЛР) 4 (СТ)	Проверка рабочей тетради, отчетов по лабораторным занятиям Тестирование, экзаменационные вопросы
4.	Химические реагенты, используемые во вспомогательных процессах (раздел 4)	Составление отчетов по лабораторным занятиям (ауд. СРС) Самостоятельное изучение тем (внеауд. СРС)	8 (ЛР) 6 (СТ)	Проверка отчетов по лабораторным занятиям Тестирование, экзаменационные вопросы
5.	Тестирование	Подготовка к тестированию (внеауд. СРС)	6 (ПТ)	Тестирование
6.	Контрольная работа	Написание контрольной работы/самостоятельное изучение тем (внеауд. СРС)	24 (К)	Проверка контрольной работы / тестирование, экзаменационные вопросы
	Всего часов за 5 семестр		78	

**Лабораторные работы**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Химические реагенты, используемые в процессах обогащения (раздел 3)	Оценка краевого угла смачивания	2	Проверка отчетов по лабораторным занятиям, тестирование, экзаменационные вопросы
2		Мыла как анионные гетерополярные собиратели	2	
3		Аполярные собиратели (на примере жидких углеводов)	4	
4		Исследование свойств пен	2	

5	Химические реагенты, используемые во вспомогательных процессах (раздел 4)	Флокулянты и коагулянты	2	
6		Моделирование брикетирования угольных шламов	2	
7		Реагенты-пылеподавители	2	
8		Определение эффективности действия реагентов-модификаторов реологии	2	
	Всего часов за 5 семестр		18	

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Работа на лабораторных занятиях**

В период освоения дисциплины студенты посещают лабораторные занятия, где работают в малых группах, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Теоретическая часть работы включает конспектирование проведения опытов во время лабораторного занятия с обязательным приведением объяснений наблюдаемых явлений, выводов.

Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение практических заданий, знание терминологии.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, – **2 балла**.

### **Работа на практических занятиях**

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к практическим занятиям. На практических занятиях студенты развивают навыки самостоятельной работы с научной и справочной литературой, учатся применять полученные теоретические знания при решении практических задач, в т.ч. с учетом будущей профессиональной деятельности.

#### **Темы практических занятий**

1. Расчет коллигативных свойств растворов реагентов, применяемых во флотационных процессах.
2. Подбор отдельных реагентов для процесса флотации.
3. Составление реагентного режима предприятий, проводящих обогащение руд и углей.
4. Анализ хвостового хозяйства ОФ.

Критерии оценки работы на практических занятиях: владение теоретическими положениями по теме, выполнение практических заданий (правильность расчетов), знание терминологии.

Максимальный балл, который студент может набрать на занятии, – **2 балла**.

**Самостоятельная работа** студентов включает проработку конспектов лекций, обязательной и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия. Основной формой проверки СРС является проверка контрольной работы и последующая проверка знаний в ходе тестирования.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

**Контрольная работа** представляет собой следующее задание: необходимо описать реагентные режимы обогащения руд – назначение каждого реагента, расход, место подачи.

1. Руда свинцово-медная. Полезные минералы: галенит, халькопирит.

2. Руда медно-свинцово-цинковая. Полезные минералы: галенит, сфалерит, халькопирит.
3. Руда медно-цинковая пиритсодержащая. Полезные минералы: ковеллин, сфалерит, пирит.
4. Руда медно-молибденовая. Полезные минералы: халькопирит, молибденит.
5. Руда медно-никелевая. Полезные минералы: ковеллин, пентландит.
6. Руда свинцово-цинково-баритовая. Полезные минералы: галенит, сфалерит, барит.
7. Руда цинково-баритовая. Полезные минералы: сфалерит, барит.
8. Руда медно-цинковая пиритсодержащая. Полезные минералы: сфалерит, халькопирит, пирит.
9. Руда вольфрамомолибденовая. Полезные минералы: молибденит, шеелит.
10. Руда медно-шеелитовая. Полезные минералы: халькопирит, шеелит.

Критерии оценки контрольной работы: полнота и качество ответа.  
Максимальный балл за контрольную работу - **8 баллов**.

**Тестирование** является промежуточной проверочной работой по курсу, проводится 2 раза в семестр.

#### Тематическая структура БТЗ

1. Флотационные реагенты (71 задание)
3. Химические реагенты, используемые в подготовительных и вспомогательных процессах (нефлотационные реагенты) (55 заданий)

Виды тестовых заданий:

Вид задания	Количество ТЗ	Количество предполагаемых ответов
Задания закрытой структуры	113	1-2
Задания на соответствие	9	3-4
Прочие	4	

#### Образцы тестовых заданий:

*Вопрос 7. Выбор нескольких ответов, 1 балл*

Основные требования к флотационным реагентам:

Верный	Варианты ответов
V	селективность
	токсичность
	высокая стоимость как показатель качества
V	стандартность качества

*Вопрос 44. Перетаскивание слов, 1 балл*

Расставьте слова по своим местам:

Текст с пропусками
Кратность пены – отношение объема [ <b>пены</b> ] к объему [ <b>жидкости</b> ], образующей стенки пузырька.
Дополнительные слова
пленочного каркаса

Вопрос 55. Соответствие, 1 балл

Соответствие конкретного вспенивателя группе с учетом его pH:

Элемент	Соответствие
Пиридин	Основные
Крезол	Кислые
ИМ-68	Нейтральные

Критерии оценки теста

1 правильный и полный ответ = **1 балл**. При условии поливариативности ответа оценивается как число правильных ответов, так и наличие лишних или неправильных (в этом случае от оценки отнимается часть балла)

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся размещены в СДО Moodle (п. 5.1): <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=15832>

**Рейтинговый регламент по дисциплине:**

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
	<i>Испытания / Формы СРС</i>		
1	Работа на лабораторных занятиях	11	18
2	Работа на практических занятиях	9	14
3	Промежуточное тестирование по разделам дисциплины	19	30
4	Контрольная работа	6	8
<b>Итого за 5 семестр:</b>		<b>45</b>	<b>70</b>

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания**

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п. 1.2. РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-4	ПК-4.5	<i>Знать:</i> физические и химические свойства реагентов, используемых при обогащении полезных ископаемых, особенности их применения; закономерности разделения минералов на основе различия их физических и химических свойств с применением реагентов, методы изменения свойств минералов с использованием реагентов; механизмы действия, состав и	Высокий	Общая сумма баллов за работы в семестре и экзамен составляет 85 и более	отлично
			Базовый	Общая сумма баллов за работы в семестре и экзамен составляет более 65, но менее 85	хорошо
			Минимальный	Общая сумма баллов за работы в семестре и экзамен составляет более 55, но менее 65	удовлетворительно
			Не освоены	Общая сумма баллов за работы в семестре и экзамен составляет менее 55	неудовлетворительно

		<p>области применения химических реагентов; свойства реагентов для получения оптимальных результатов при проведении процессов обогащения, обезвоживания, окомкования и других методов, применяемых в обогащении сырья</p> <p><i>Уметь:</i> управлять стабильностью процессов, используя реагенты; производить выбор необходимых реагентных режимов; обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса; синтезировать и критически резюмировать полученную информацию;</p> <p><i>Владеть:</i> научной терминологией в области обогащения, обезвоживания полезных ископаемых и других процессах, где применяются реагенты</p>			
--	--	---	--	--	--

## 6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса.

### Вопросы к экзамену:

1. Химические реагенты для интенсификации измельчения руд
2. Химические реагенты для подавления коррозии металлов
3. Химические реагенты во флотационных методах обогащения. Классификация. Назначение.
4. Реагенты-собиратели. Классификация. Назначение.
5. Двойной электрический слой. Его роль в формировании гидратного слоя и закреплении реагентов на поверхности. Физическая и химическая адсорбция.
6. Влияние реагентов-собирателей на глубину гидратного слоя. Роль толщины гидратного слоя в закреплении частицы на пузырьке.
7. Гетерополярные собиратели. Значение растворимости гетерополярных собирателей для флотации.
8. Механизм закрепления гетерополярных собирателей на поверхности минерала. Перемасливание.
9. Анионные собиратели. Оксигидрильные собиратели. Классификация.
10. Карбоновые кислоты и их мыла. Зависимость растворимости и флотационной активности карбоновых кислот от строения углеводородного радикала.
11. Условия применения жирных кислот (среда, температура пульпы). Физико-химические свойства. Применение в обогащении руд.

12. Строение молекул оксигидрильных собирателей на примере олеата натрия.
13. Промышленные реагенты на основе жирных кислот. Техническая олеиновая кислота. Талловое масло.
14. Промышленные реагенты на основе жирных кислот. Органические производные серной и сернистой кислоты.
15. Разработанные в СССР оксигидрильные реагенты: Аспарал-Ф, флотоол, ИМ-50, ВС-4 и баритол.
16. Анионные собиратели. Сульфгидрильные собиратели. Классификация.
17. Сульфгидрильные собиратели. Ксантогенаты. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении руд.
18. Связь флотуемости сульфидов металлов в зависимости от растворимости их ксантогенатов.
19. Влияние строения ксантогенатов на их флотационную активность.
20. Механизм действия ксантогенатов по гипотезе Шведова.
21. Сульфгидрильные собиратели. Аэрофлоты. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении руд.
22. Катионные собиратели. Амины. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении руд.
23. Требования к ионогенным собирателям. Условия применения (использование контактных чанов, действия для предотвращения окисления поверхности минералов). Совместное действие собирателей.
24. Аполярные (неионогенные) собиратели. Механизм закрепления аполярных собирателей на поверхности минерала.
25. Аполярные (неионогенные) собиратели. Условия применения. Физико-химические свойства. Расход реагентов. Применение в обогащении полезных ископаемых.
26. Регуляторы среды. Причины применения в обогащении полезных ископаемых.
27. Реагенты депрессоры. Механизмы действия депрессоров.
28. Цианиды. Механизм действия. Ряд Каковского. Применение в обогащении руд.
29. Сернистый натрий. Механизм действия. Применение в обогащении руд.
30. Щелочи. Механизм действия. Применение в обогащении руд.
31. Депрессирующее действие сульфидоксидных соединений (сернистая кислота, соли щелочных металлов, тиосульфат натрия, гидросульфит натрия). Хроматы и бихроматы; Цинковый купорос. Механизм действия. Применение в обогащении руд.
32. Жидкое стекло. Органические депрессоры. Механизм действия. Применение в обогащении руд.
33. Реагенты активаторы. Действие активаторов на поверхности минералов.
34. Зависимость активности активатора от растворимости ксантогенатов металлов.
35. Активаторы сульфидов металлов. Медный купорос.
36. Активаторы кварца. Механизм активации кварца.
37. Сульфидизаторы. Механизм действия. Применение в обогащении руд.
38. Вспениватели. Назначение. Требования к аэрированности пульпы, скорости движения, размерам пузырьков.
39. Механизм действия вспенивателя. Требования к пене и пузырькам воздуха.
40. Типы флотационных пен.
41. Связь поверхностной активности вспенивателей с длиной и строением углеводородного радикала. Правило Траубе.
42. Основные, кислые, нейтральные вспениватели. Селективные и неселективные вспениватели
43. Вспениватели. Применение в обогащении полезных ископаемых. Крезол. Циклогексанол. Расход реагентов. Применение в обогащении полезных ископаемых.
44. Вспениватели. Применение в обогащении полезных ископаемых. Сосновое масло. Реагенты Т-66, Т-80. Терпинеол. Расход реагентов. Применение в обогащении полезных ископаемых.
45. Вспениватели при обогащении углей и др. неметаллических полезных ископаемых.

46. Реагенты, применяемые при флотации: диспергаторы, стабилизаторы эмульсий, флокулянты, коагулянты.
47. Процессы, которые применяют в обогащении с использованием реагентов. Флотогравитация.
48. Процессы, которые применяют в обогащении с использованием реагентов. Выщелачивание.
49. Процессы, которые применяют в обогащении с использованием реагентов. Обжиг.
50. Реагенты в процессах сгущения и обезвоживания продуктов обогащения. Коагулянты. Механизм действия коагулянтов. Органические и неорганические коагулянты.
51. Реагенты в процессах сгущения и обезвоживания продуктов обогащения. Флокулянты. Механизм действия флокулянтов. Мостиковая флокуляция.
52. Реагенты в процессах сгущения и обезвоживания продуктов обогащения. Флокулянты. Механизм действия флокулянтов. Гидрофобная флокуляция.
53. Реагенты для окускования руд и углей.
54. Реагенты для предотвращения смерзаемости углей.
55. Реагенты-пылеподаватели. Механизм действия. Примеры практического применения.

### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-4.5	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной лингвистической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа	24-30 б.
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной гистологической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя	16-23 б.
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции	6-15 б.
	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	0-5 б.

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-4 (ПК-4.5)
Локальные акты вуза, регламентирующие	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0,

проведение процедуры	утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса специалитета
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса. Время на подготовку – 1 астрономический час.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

## 7. Перечень электронных и печатных учебных изданий

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Печатные издания: наличие в НБ ТИ (ф) СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература			
1	Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых : Учебник. – М.: изд. МГГУ. – 2004. Гриф МНиО РФ. Допущено УМО вузов РФ в области горного дела	13	-
2	Авдонин Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник. –М.: изд.МГГУ. – 2001. Гриф МНиО РФ	5	-
3	Клейн, М. С. Технология обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва, 2017. — 193 с. — ISBN 978-5-906888-51-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/109140.html">https://www.iprbookshop.ru/109140.html</a>	-	ЭБС IPR SMART
4	Суслина, Л. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие / Л. А. Суслина. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва, 2020. — 193 с. — ISBN 978-5-00137-184-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/110551.html">https://www.iprbookshop.ru/110551.html</a>	-	ЭБС IPR SMART
Дополнительная литература			
1	Мурко, В. И. Технологические процессы и оборудование для обогащения углей : монография / В. И. Мурко, Г. С. Щербина, А. А. Гушин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 536 с. — ISBN 978-5-9729-0893-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/123887.html">https://www.iprbookshop.ru/123887.html</a>	-	ЭБС IPR SMART
2	Обогащение полезных ископаемых : учебник / Т. Н. Александрова, В. Б. Кусков, В. В. Львов, Н. В. Николаева ; под редакцией В. Ю. Бажин. — Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 528 с. — ISBN 978-5-94211-731-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/71699.html">https://www.iprbookshop.ru/71699.html</a>	-	ЭБС IPR SMART
3	Погуляева И.А. Курс лекций-презентаций «Реагенты в физико-химических процессах» [Электронный ресурс]. – URL: <a href="http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=15832">http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=15832</a>	-	СДО Moodle
4	Серго Е.Е Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых : учебник. – М.: Недра. – 1985. Гриф МНиО РФ	5	-

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная информационно-образовательная среда «Moodle»: <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=15832>
2. Горная энциклопедия онлайн – <http://www.mining-enc.ru/>
3. База знаний для горняков – <http://basemine.ru/04/gornaya-enciklopediya>
4. Минералы и месторождения России и стран ближнего зарубежья – <https://webmineral.ru/>
5. Черная и цветная металлургия на Metallurgist.pro, рубрика «Горная промышленность» – <https://metallurgist.pro/>
6. Образовательный ресурс «Студмед», рубрика «Обогащение полезных ископаемых» – <https://www.studmed.ru/science/geologic/dressing/>

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий*	Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень оборудования
1.	Лекционные занятия	Мультимедийный кабинет	Интерактивная доска, ноутбук, мультимедийный проектор
2.	Практические занятия (лабораторные работы)	Учебная лаборатория химии (кабинет № 108 УЛК)	Химическая посуда и специальное оборудование, нагревательные приборы, химические реактивы, коллекция минералов
3.	СРС	Аудитории для СРС (А511 УАК, 402 УЛК)	Компьютер с выходом в Интернет

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### 10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия, интерактивных приложений, материалов образовательных и информационных сайтов по геологии и обогащению ПИ), видеоматериалов;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством СДО Moodle, в т.ч. компьютерное тестирование;
- организация аудиторной (лекционной) и самостоятельной работы студентов посредством видеоконференцсвязи (Яндекс.Телемост, MTS Link), чатов (группы в VK).

### 10.2. Перечень программного обеспечения

MS PowerPoint, MS Word, офисные сервисы Yandex (документы, презентации, таблицы)

### 10.3. Перечень информационных справочных систем

1. Горная энциклопедия онлайн – <http://www.mining-enc.ru/>
2. База знаний для горняков – <http://basemine.ru/04/gornaya-enciklopediya>
3. Минералы и месторождения России и стран ближнего зарубежья – <https://webmineral.ru/>

