

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине

«Методики тестирования химических реагентов»

для направления подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Направленность программы: Химические технологии в горнорудной промышленности

1. Описание показателей (дескрипторов) и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Компетенции	Показатели (дескрипторы)	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство (промежуточная аттестация)
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
УК-1	Знать	<p><i>Имеет общее представление о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i></p> <p>- основные типы информационных ресурсов в области химической технологии и тестирования реагентов (научные базы данных, рецензируемые журналы, патенты, технические стандарты, нормативная документация, каталоги производителей).</p>	<p><i>Понимает необходимость профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i></p> <p>- основные типы информационных ресурсов в области химической технологии и тестирования реагентов (научные базы данных, рецензируемые журналы, патенты, технические стандарты, нормативная документация, каталоги производителей).</p>	<p><i>Имеет глубокие знания о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i></p> <p>- основные типы информационных ресурсов в области химической технологии и тестирования реагентов (научные базы данных, рецензируемые журналы, патенты, технические стандарты, нормативная документация, каталоги производителей).</p>	Собеседование, тестирование
	уметь	<p><i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство в группе исполнителей в следующих сферах:</i></p> <p>- эффективное использование специализированных научных баз данных (например, Scopus, Web of Science, РИНЦ, Google Scholar) и химических ресурсов</p>	<p><i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство при консультационной поддержке в следующих сферах:</i></p> <p>- эффективное использование специализированных научных баз данных (например, Scopus, Web of Science, РИНЦ, Google Scholar) и</p>	<p><i>Умеет самостоятельно развивать свою квалификацию и мастерство в следующих сферах:</i></p> <p>- эффективное использование специализированных научных баз данных (например, Scopus, Web of Science, РИНЦ, Google Scholar) и химических ресурсов</p>	

	Уметь	(например, CAS SciFinder, Reaxys) для поиска научных статей и обзоров.	химических ресурсов (например, CAS SciFinder, Reaxys) для поиска научных статей и обзоров.	(например, CAS SciFinder, Reaxys) для поиска научных статей и обзоров.	Собеседование, решение задач
	Владеть	<i>Владеет навыками саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i> - способность самостоятельного планирования и осуществление комплексного информационного поиска для решения профессиональных задач в области тестирования и применения химических реагентов.	<i>Владеет навыками постоянного саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i> - способность самостоятельного планирования и осуществление комплексного информационного поиска для решения профессиональных задач в области тестирования и применения химических реагентов.	<i>Владеет навыками саморазвития и умело их использует для профессионального роста в следующих сферах:</i> - способность самостоятельного планирования и осуществление комплексного информационного поиска для решения профессиональных задач в области тестирования и применения химических реагентов.	Собеседование, доклад, решение кейсов
ОПК-1	Знать	<i>Имеет общее представление о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - современные методики анализа: знать принципы классических (весовой, объемный анализ) и инструментальных методов химического анализа, их роль в оценке физико-химических свойств веществ.	<i>Понимает необходимость профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - современные методики анализа: знать принципы классических (весовой, объемный анализ) и инструментальных методов химического анализа, их роль в оценке физико-химических свойств веществ.	<i>Имеет глубокие знания о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - современные методики анализа: знать принципы классических (весовой, объемный анализ) и инструментальных методов химического анализа, их роль в оценке физико-химических свойств веществ.	Собеседование, тестирование
	Уметь	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство в группе исполнителей в следующих сферах:</i> - планирование и документирование анализа: выбор методики тестирования, адекватной свойствам исследуемого реагента, и планирование этапов химического анализа	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство при консультационной поддержке в следующих сферах:</i> - планирование и документирование анализа: выбор методики тестирования, адекватной свойствам исследуемого реагента, и планирование этапов	<i>Умеет самостоятельно развивать свою квалификацию и мастерство в следующих сферах:</i> - планирование и документирование анализа: выбор методики тестирования, адекватной свойствам исследуемого реагента, и	Собеседование, решение задач, лабораторная работа

	Уметь	(отбор проб, подготовка, проведение расчетов, представление результатов).	химического анализа (отбор проб, подготовка, проведение расчетов, представление результатов).	планирование этапов химического анализа (отбор проб, подготовка, проведение расчетов, представление результатов).	Собеседование, решение задач
	Владеть	<i>Владеет навыками саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i> - навыки описания и интерпретации: навыки грамотного описания свойств реагентов и интерпретации экспериментальных данных, установление связи между строением вещества, его свойствами и поведением в технологических процессах.	<i>Владеет навыками постоянного саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i> - навыки описания и интерпретации: навыки грамотного описания свойств реагентов и интерпретации экспериментальных данных, установление связи между строением вещества, его свойствами и поведением в технологических процессах.	<i>Владеет навыками саморазвития и умело их использует для профессионального роста в следующих сферах:</i> - навыки описания и интерпретации: навыки грамотного описания свойств реагентов и интерпретации экспериментальных данных, установление связи между строением вещества, его свойствами и поведением в технологических процессах.	Собеседование, доклад, решение кейсов
ОПК-2	Знать	<i>Имеет общее представление о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - методология проведения стандартных физико-химических экспериментов, используемых для тестирования реагентов: калориметрия, вискозиметрия, измерение поверхностного натяжения, рН-метрия, кондуктометрия.	<i>Понимает необходимость профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - методология проведения стандартных физико-химических экспериментов, используемых для тестирования реагентов: калориметрия, вискозиметрия, измерение поверхностного натяжения, рН-метрия, кондуктометрия.	<i>Имеет глубокие знания о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - методология проведения стандартных физико-химических экспериментов, используемых для тестирования реагентов: калориметрия, вискозиметрия, измерение поверхностного натяжения, рН-метрия, кондуктометрия.	Собеседование, тестирование
	Уметь	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство в группе исполнителей в следующих сферах:</i> - составление технического задания на проведение испытаний	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство при консультационной поддержке в следующих сферах:</i> - составление технического задания на проведение испытаний реагента в соответствии	<i>Умеет самостоятельно развивать свою квалификацию и мастерство в следующих сферах:</i> - составление технического задания на проведение испытаний реагента в	Собеседование, решение задач

	Уметь	реагента в соответствии с требованиями стандартов и на основе анализа термодинамических ограничений.	с требованиями стандартов и на основе анализа термодинамических ограничений.	соответствии с требованиями стандартов и на основе анализа термодинамических ограничений.	Собеседование, решение задач
	Владеть	<i>Владеет навыками саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i> - навыки практического проведения ключевых методик тестирования реагентов (например, определение температуры помутнения, пенообразующей способности, коррозионной активности) на стандартном лабораторном оборудовании.	<i>Владеет навыками постоянного саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i> - навыки практического проведения ключевых методик тестирования реагентов (например, определение температуры помутнения, пенообразующей способности, коррозионной активности) на стандартном лабораторном оборудовании.	<i>Владеет навыками саморазвития и умело их использует для профессионального роста в следующих сферах:</i> - навыки практического проведения ключевых методик тестирования реагентов (например, определение температуры помутнения, пенообразующей способности, коррозионной активности) на стандартном лабораторном оборудовании.	Собеседование, доклад, решение кейсов
ПК-4	Знать	<i>Имеет общее представление о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - международные стандарты и руководства по тестированию химических веществ (например, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, стандарты ASTM).	<i>Понимает необходимость профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - международные стандарты и руководства по тестированию химических веществ (например, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, стандарты ASTM).	<i>Имеет глубокие знания о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - международные стандарты и руководства по тестированию химических веществ (например, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, стандарты ASTM).	Собеседование, тестирование
	Уметь	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство в группе исполнителей в следующих сферах:</i> - применение на практике конкретных методик тестирования химических реагентов и продукции (например, определение токсичности, биоразлагаемости, содержания опасных	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство при консультационной поддержке в следующих сферах:</i> - применение на практике конкретных методик тестирования химических реагентов и продукции (например, определение токсичности, биоразлагаемости,	<i>Умеет самостоятельно развивать свою квалификацию и мастерство в следующих сферах:</i> - применение на практике конкретных методик тестирования химических реагентов и продукции (например, определение токсичности, биоразлагаемости,	Собеседование, решение задач, лабораторная работа

	Уметь	примесей) в соответствии со стандартами OECD, ASTM и другими.	содержания опасных примесей) в соответствии со стандартами OECD, ASTM и другими.	содержания опасных примесей) в соответствии со стандартами OECD, ASTM и другими.	Собеседование, решение задач
	Владеть	<i>Владеет навыками саморазвития и совершенствования в следующих сферах:</i> - навыки практического проведения стандартных тестов для определения физико-химических свойств и экотоксикологических характеристик реагентов.	<i>Владеет навыками постоянного саморазвития и совершенствования в следующих сферах:</i> - навыки практического проведения стандартных тестов для определения физико-химических свойств и экотоксикологических характеристик реагентов.	<i>Владеет навыками саморазвития и умело их использует для профессионального роста в следующих сферах:</i> - навыки практического проведения стандартных тестов для определения физико-химических свойств и экотоксикологических характеристик реагентов.	Собеседование, доклад, решение кейсов
ПК-7	Знать	<i>Имеет общее представление о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - особенности стандартизированных методик тестирования для конкретных задач (например, ASTM для определения следовых количеств пероксидов или реагенты для цветных реакций).	<i>Понимает необходимость профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - особенности стандартизированных методик тестирования для конкретных задач (например, ASTM для определения следовых количеств пероксидов или реагенты для цветных реакций).	<i>Имеет глубокие знания о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и постоянному саморазвитию в следующих сферах:</i> - особенности стандартизированных методик тестирования для конкретных задач (например, ASTM для определения следовых количеств пероксидов или реагенты для цветных реакций).	Собеседование, тестирование
	Уметь	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство в группе исполнителей в следующих сферах:</i> - проведение анализа научно-технической информации (нормативной документации, ГОСТ, ASTM, ISO, OECD) для выбора оптимальной методики тестирования.	<i>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство при консультационной поддержке в следующих сферах:</i> - проведение анализа научно-технической информации (нормативной документации, ГОСТ, ASTM, ISO, OECD) для выбора оптимальной методики тестирования.	<i>Умеет самостоятельно развивать свою квалификацию и мастерство в следующих сферах:</i> - проведение анализа научно-технической информации (нормативной документации, ГОСТ, ASTM, ISO, OECD) для выбора оптимальной методики тестирования.	Собеседование, решение задач

Владеть	<p><i>Владеет навыками саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыки применения базовых статистических методов для анализа результатов серии опытов и сравнения эффективности реагентов. 	<p><i>Владеет навыками постоянного саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыки применения базовых статистических методов для анализа результатов серии опытов и сравнения эффективности реагентов. 	<p><i>Владеет навыками саморазвития и умело их использует для профессионального роста в следующих сферах:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыки применения базовых статистических методов для анализа результатов серии опытов и сравнения эффективности реагентов. 	Собеседование, доклад, решение кейсов
---------	--	--	--	---------------------------------------

2. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

2.1. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением семинаров, оцениванием контрольных заданий, проверкой конспектов лекций, выполнением индивидуальных и творческих заданий, периодическим опросом обучающихся на занятиях. Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля), компетенции и оценочные средства представлены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в химические реагенты горнорудной промышленности	<i>УК-1; ОПК-1, 2; ПК-4, 7</i>	<i>Контрольные вопросы, задачи, тестирование</i>
2	Методы тестирования собирателей и пенообразователей	<i>УК-1; ОПК-1, 2; ПК-4, 7</i>	<i>Контрольные вопросы, презентация, доклад, кейс-задание, лабораторная работа</i>
3	Методы тестирования реагентов-регуляторов среды, коагулянтов, флокулянтов	<i>УК-1; ОПК-1, 2; ПК-4, 7</i>	<i>Контрольные вопросы, задачи, тестирование, лабораторная работа</i>
4	Современные инструментальные методы анализа в тестировании реагентов. Вызовы для методик тестирования реагентов и ресурсосбережение.	<i>УК-1; ОПК-1, 2; ПК-4, 7</i>	<i>Контрольные вопросы, задачи, тестирование, презентация, доклад, кейс-задание</i>

Критерии и шкала оценивания задач

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	Задача решена верно, приведены правильные аргументирующие выводы
«не зачтено»	Задача не решена или решена со значительными замечаниями

Критерии и шкала оценивания кейс-задания

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	Обучающийся правильно подобрал материал по заданной теме для решения кейса. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
«не зачтено»	При решении кейс-задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Допущено множество неточностей.

Критерии и шкала оценивания докладов

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	Доклад сделан устно с использованием презентации, при этом имеются письменные тезисы, проанализированы отечественные и зарубежные литературные источники, интернет-ресурсы. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры). Оформление работы, соответствует предъявляемым требованиям. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые)
«не зачтено»	Доклад зачитан, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль сообщения не передана, структура не просматривается, выводы либо отсутствуют либо сделаны частично.

Критерии оценивания презентаций

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	1) оформление: шрифт должен легко читаться; размер шрифта должен подчеркивать важность информации; анимационные эффекты (если они присутствуют) не должны отвлекать внимание от информации, представленной на слайде; 2) содержание: отсутствие грамматических, стилистических и ошибок в формулах; формулировка вывода по результатам проведенной работы; грамотное представление графиков, диаграмм, таблиц; соответствие заявленной теме и целям.
«не зачтено»	1) оформление: шрифт слишком мелкий, цвет выбран неудачно и слайд «нечитаемый» и переполнен картинками и информацией, присутствуют анимационные эффекты и украшающие элементы, не относящиеся к теме и отвлекающие от содержательной части слайда; 2) содержание: присутствие грамматических, стилистических и ошибок в формулах; отсутствие вывода по результатам проведенной работы; некорректное представление графиков, диаграмм, таблиц; несоответствие заявленной теме и целям.

Критерии оценивания собеседования

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
<i>«зачтено»</i>	<i>1) понимание: знание и понимание раздела дисциплины, по которому поставлен вопрос и базовых фундаментальных терминов; 2) формулировка ответа: полный ответ на поставленный вопрос, умение привести конкретный практический пример; 3) сумма правильных ответов: не менее 60 % правильных ответов.</i>
<i>«не зачтено»</i>	<i>1) понимание: незнание и непонимание раздела дисциплины, по которому поставлен вопрос и базовых фундаментальных терминов; 2) формулировка ответа: неполный ответ на поставленный вопрос, неумение привести конкретный практический пример; 3) сумма правильных ответов: менее 60 % правильных ответов.</i>

Критерии и шкала оценивания тестирования (промежуточного)

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
<i>«зачтено»</i>	<i>Выполнение более 70 % тестовых заданий</i>
<i>«не зачтено»</i>	<i>Выполнение менее 70 % тестовых заданий</i>

Критерии оценивания лабораторной работы

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
<i>«зачтено»</i>	<i>1) оформление отчета: грамотное представление числовых значений в таблицах, графиков, лаконичность и точность в формулировке выводов, аккуратность, отсутствие орфографических, математических ошибок. 2) содержание: достижение цели лабораторной работы и выполнение ее учебных задач. 3) теоретическая часть: правильные ответы не менее на 6 из 10 вопросов по изучаемой теме.</i>
<i>«не зачтено»</i>	<i>1) оформление отчета: неграмотное представление числовых значений в таблицах, графиков, слишком объемный и неточный вывод, неаккуратность, наличие орфографических, математических ошибок; 2) содержание: недостижение цели лабораторной работы и невыполнение ее учебных задач. 3) теоретическая часть: правильные ответы менее чем на 6 из 10 вопросов по изучаемой теме.</i>

2.3. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется четырехбалльная шкала: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Критерии</i>	<i>Уровень освоения компетенций</i>
<i>Отлично</i>	<i>наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы</i>	<i>Эталонный</i>
<i>Хорошо</i>	<i>наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала</i>	<i>Стандартный</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i>наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике</i>	<i>Пороговый</i>
<i>Неудовлетворительно</i>	<i>наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.</i>	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию "химический реагент" (в контексте обогащения полезных ископаемых). Классифицируйте основные группы реагентов по их функциональному назначению.
2. Опишите основные стадии флотационного процесса и укажите, на каких из них и какие именно группы реагентов применяются.
3. Что такое селективность и активность собирателя? Как они связаны между собой и почему их баланс важен для технологии?
4. Объясните, почему структура молекул собирателя (полярная и неполярная группы) определяет его адсорбцию на поверхности минерала. Приведите пример для сульфидных и оксидных минералов.
5. Каковы основные требования, предъявляемые к химическим реагентам с точки зрения ресурсосбережения и экологической безопасности?
6. Опишите принцип и методику проведения лабораторного флотационного теста. Какие основные параметры фиксируются и как они интерпретируются?

7. Как с помощью флотационного теста можно определить оптимальный расход собирателя и пенообразователя для конкретной руды?
8. Каковы основные методы оценки пенообразующей способности и устойчивости пены? Опишите один из них (например, метод свободного слива или пенометр).
9. Что такое "краевой угол смачивания" и как он используется для оценки эффективности собирателей? Опишите методику его определения.
10. Как можно провести сравнительный анализ эффективности нескольких собирателей на одной и той же рудной пробе? Какие критерии сравнения вы будете использовать?
11. Что такое кинетика флотации и как ее изучение помогает оптимизировать процесс? Какие параметры кинетических кривых наиболее важны?
12. Дайте определение реагентам-регуляторам (модификаторам). Назовите их основные подклассы (активаторы, депрессоры, регуляторы рН) и объясните механизм действия каждого на примере.
13. Как экспериментально определить оптимальное значение рН для селективной флотации двух минералов с помощью реагентов-регуляторов?
14. Опишите принципиальную разницу между коагуляцией и флокуляцией. Как влияет заряд частиц (изоэлектрическая точка) на выбор реагента?
15. Какие методы используются для оценки скорости осаждения и эффективности работы коагулянтов/флокулянтов (например, в сгустителях или при очистке сточных вод)? Опишите методику "профилометра" (ямки оседания).
16. Как подобрать оптимальную дозу флокулянта для сгущения суспензии? Что такое "передозировка" флокулянта и к каким негативным последствиям она приводит?
17. Для чего используются реагенты-депрессоры? Приведите конкретный пример их применения (например, цианиды для депрессии пирита) и объясните химизм процесса.
18. Какие методы спектроскопии (ИК, УФ-Видимая, РФЭС) и для решения каких задач применяются при исследовании адсорбции реагентов на поверхности минералов?
19. Как метод электрофореза (измерение ζ -потенциала) помогает в тестировании реагентов-регуляторов и флокулянтов? Что можно определить по изменению ζ -потенциала?
20. Объясните, как термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) могут быть использованы для изучения состава и свойств органических реагентов (например, пенообразователей).
21. Для чего при тестировании реагентов применяют хроматографические методы (ВЭЖХ, ГХ)? Какие задачи они позволяют решить?
22. Как методы электронной микроскопии (СЭМ, ПЭМ) в сочетании с энергодисперсионным анализом (EDS) помогают визуализировать действие реагентов на поверхности частиц?
23. В чем заключаются основные вызовы при тестировании реагентов для сложных (упорных) руд: тонковкрапленных, с наличием глинистых минералов, с похожими флотационными свойствами?
24. Как методы тестирования могут быть адаптированы для работы с вторичным сырьем и отходами горнорудного производства?

25. Опишите подходы к минимизации расхода реагентов на основе результатов их тестирования. Что такое "синергетический эффект" в смесях реагентов и как его можно выявить?
26. Как можно оценить влияние реагентов на последующие стадии переработки (например, на гидрометаллургию) и на качество готового концентрата?
27. Какие существуют методы тестирования, позволяющие оценить биоразлагаемость и токсичность реагентов? Почему это важно для современных предприятий?
28. Объясните, как цифровизация и методы машинного обучения начинают применяться для анализа данных тестирования реагентов и оптимизации их дозировок.
29. Разработайте стратегию лабораторного тестирования нового перспективного собирателя: от первичной оценки до рекомендаций по промышленным испытаниям.
30. Как принципы "зеленой химии" влияют на разработку и тестирование новых реагентов для горнорудной промышленности? Приведите примеры "зеленых" реагентов или подходов.

ТЕМЫ ДЛЯ ДОКЛАДОВ

1. Классификация и функциональная роль химических реагентов в современных процессах обогащения полезных ископаемых.
2. Принципы флотационного обогащения как основа для тестирования реагентов.
3. Источники образования и способы утилизации отходов обогащения (хвостов) как фактор, влияющий на выбор и тестирование реагентов.
4. Сравнительный анализ нормативной базы (ГОСТ, ASTM, ISO) для тестирования реагентов в горнорудной промышленности на примере анализа цементного сырья.
5. Методы оценки эффективности собирателей: от лабораторных флотационных тестов до современных спектроскопических исследований поверхности.
6. Кинетические и термодинамические модели адсорбции собирателей на поверхности минералов.
7. Тестирование пенообразователей: методики определения устойчивости, структуры и газосодержания пены. Роль реагентов в предотвращении слияния пузырьков.
8. Синергетический эффект в действии собирателей и пенообразователей.
9. Лабораторные методы оценки влияния размера частиц руды (0.02–2 мм) на эффективность действия флотореагентов.
10. Методы контроля pH и редокс-потенциала пульпы как ключевые тесты для подбора регуляторов среды (депрессоров, активаторов).
11. Тестирование коагулянтов и флокулянтов: сравнительный анализ механизмов действия (нейтрализация заряда vs. образование полимерных мостиков) и методик оценки.
12. Лабораторные методики тестирования флокулянтов для сгущения пульп и обезвоживания хвостов.
13. "Jar-test" (тест в цилиндрах) как стандартная методика подбора типа и дозы коагулянтов/флокулянтов для очистки шахтных и сточных вод.
14. Методы оценки влияния ионного состава воды (жесткость, содержание солей) на эффективность коагулянтов и флокулянтов.

15. Применение ИК-спектроскопии и РФА (рентгенофлуоресцентного анализа) для контроля элементного состава руды и продуктов обогащения.
16. Пример спектроскопии ЯМР и масс-спектрометрии для анализа состава и структуры сложных органических реагентов (собирателей, флокулянтов)
17. Электрохимические методы (потенциометрия, кондуктометрия) в тестировании реагентов: определение концентраций, изучение кинетики реакций.
18. Микроскопические методы (оптическая, электронная микроскопия) для визуализации действия реагентов: изучение флокул, адсорбированных слоев, смачиваемости поверхности.
19. Методология R&D-центра при разработке и тестировании новых реагентов.
20. Методы оценки биоразлагаемости и экотоксичности реагентов.

ТЕСТЫ

Тест № 2.

Часть 1: Вопросы с выбором одного правильного ответа

1. **Какая из перечисленных групп флотационных реагентов отвечает за избирательную гидрофобизацию поверхности извлекаемых минеральных частиц?**
 - а) Пенообразователи
 - б) Регуляторы среды
 - в) Собиратели (коллекторы)
 - г) Депрессоры (подавители)
2. **Основная функция пенообразователей в процессе флотации заключается в:**
 - а) Изменении рН пульпы.
 - б) Образовании устойчивой пены, способной удерживать гидрофобные частицы и транспортировать их на поверхность.
 - в) Избирательном подавлении флотируемости определенных минералов.
 - г) Активации поверхности минералов для последующего взаимодействия с собирателем.
3. **Каким типом флотации ежегодно обогащается более 1 млрд тонн горной массы по всему миру?**
 - а) Масляная флокуляция
 - б) Пленочная флотация
 - в) Пенная флотация
 - г) Электрофлотация
4. **К какому классу флотационных реагентов относятся известь (CaO), цианид натрия (NaCN) и серная кислота (H₂SO₄), в зависимости от их конкретной роли в процессе?**
 - а) Собиратели
 - б) Пенообразователи
 - в) Регуляторы (депрессоры, активаторы, регуляторы рН)
 - г) Модификаторы плотности
5. **Какой механизм депрессирующего действия характерен для цианидов (CN⁻) при флотации сульфидов?**

- а) Физическая блокировка поверхности нерастворимым осадком.
 - б) Образование труднорастворимых комплексных соединений с катионами металлов на поверхности минерала или в пульпе.
 - в) Создание заряженного барьера, отталкивающего собиратель.
 - г) Конкурентная адсорбция, вытесняющая молекулы воды.
6. **Что является ключевым отличием в продолжительности контакта пульпы с депрессорами по сравнению со временем контакта со собирателями?**
- а) Время контакта для всех реагентов стандартизировано.
 - б) Для депрессоров оно обычно меньше (менее 1 минуты).
 - в) Для депрессоров оно обычно больше (более 5-10 минут).
 - г) Продолжительность не имеет значения для действия депрессора.
7. **Какой стандартный собиратель использовался в исследовании флотации сфалерита и пирита при изучении влияния сульфатов металлов?**
- а) Олеиновая кислота
 - б) Бутиловый ксантогенат калия
 - в) Метилизобутилкарбинол (МИБК)
 - г) Жидкое стекло (силикат натрия)
8. **Для подготовки пробы минерала к лабораторному флотационному тестированию до класса крупности (-0,074 + 0,044 мм) обычно используется последовательность операций:**
- а) Просеивание → Сушка → Дробление
 - б) Дробление → Просеивание → Измельчение
 - в) Дробление → Измельчение → Просеивание (рассев)
 - г) Флотация → Фильтрация → Просеивание

Часть 2: Вопросы на установление соответствия

9. **Установите соответствие между типом флотационного реагента и его основной целью применения:**
- 1. Собиратель
 - 2. Пенообразователь
 - 3. Депрессор (подавитель)
 - 4. Активатор
 - а) Повышение гидрофильности поверхности нежелательного минерала для предотвращения его флотации.
 - б) Избирательная гидрофобизация поверхности целевого минерала.
 - в) Создание условий (пленки, ионы) для закрепления собирателя на поверхности минерала.
 - г) Образование устойчивых воздушных пузырьков и пенного слоя.
10. **Установите соответствие между названием реагента-депрессора и минералом (группой минералов), флотуемость которого он преимущественно подавляет:**
- 1. Цианид натрия (NaCN)
 - 2. Цинковый купорос (ZnSO₄)
 - 3. Известь (CaO)
 - а) Сфалерит (ZnS)
 - б) Пирит (FeS₂)
 - в) Сфалерит и пирит (часто в комбинации с другими реагентами)

Часть 3: Вопросы с развернутым ответом (кратко)

11. Объясните, почему при использовании токсичных реагентов-депрессоров (например, цианидов) лабораторные испытания требуют строгого соблюдения правил техники безопасности? Приведите два обязательных правила работы с такими реагентами.
12. Опишите последовательность добавления реагентов в пульпу при стандартном лабораторном флотационном испытании по методике, описанной в исследовательской статье.
13. Каким образом сульфат меди (CuSO_4) может выступать в роли активатора для сфалерита (ZnS) при его флотации ксантогенатами?
14. В чем заключается основная проблема обогащения руд сложного вещественного состава (например, медно-цинковых), решаемая за счет подбора реагентного режима?
15. Почему важна подготовка минеральной пробы (дробление, измельчение, классификация) перед началом флотационных испытаний?

Часть 4: Вопросы на определение понятия или принципа

16. Что понимается под «реагентным режимом флотации»?
17. Что такое «селективная (избирательная) флотация»?
18. Каково назначение регуляторов среды (pH) в процессе флотации?
19. В чем состоит ключевое различие между собирателем и пенообразователем с точки зрения их места и механизма действия?
20. Что означает термин «депрессия минерала»?

ЗАДАЧИ

1. Тестирование и подбор коагулянта для обогатительной фабрики

На обогатительной фабрике по переработке медной руды образуется обратная вода с высоким содержанием тонкодисперсных взвешенных частиц (в основном силикаты, глины) – 1500 мг/л. Мутность составляет 450 NTU. Вода имеет слабокислую среду (pH = 5.8) и низкую щелочность. Для интенсификации процесса отстаивания в цикле обратного водоснабжения необходимо подобрать коагулянт. В лаборатории имеются образцы:

Сульфат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)

Хлорид железа (III) (FeCl_3)

Полиоксихлорид алюминия (Pac)

1. Разработайте план лабораторного тестирования для сравнения эффективности данных коагулянтов. Опишите этапы, включая приготовление растворов, метод (например, jar-test), варьируемые параметры и контролируемые показатели.
2. Обоснуйте ожидаемую разницу в действии этих коагулянтов в заданных условиях (pH, низкая щелочность). Какой реагент, по вашему мнению, может показать лучший результат и почему?
3. Рассчитайте дозу сухого продукта FeCl_3 (в мг/л) для приготовления 5 л 1%-ного маточного раствора, который будет использоваться в тестах.

2. Оценка эффективности флокулянта при сгущении хвостов флотации

Для интенсификации сгущения суспензии хвостов молибденовой флотации (твердая фаза – кварц, плотность 2.65 г/см³) с исходной концентрацией 50 г/л испытывают анионный полиакриламидный флокулянт. В ходе лабораторного эксперимента на приборе для

определения скорости свободного осаждения (метод «столба») получены следующие данные зависимости скорости осаждения (v , м/ч) от дозы флокулянта (D , г/т тв. фазы).

Таблица – Данные к задаче 2

Доза флокулянта, г/т	10	20	30	40	50	60
Скорость осаждения, м/ч	1.5	3.8	5.2	5.0	4.5	3.0

1. Постройте график зависимости $v = f(D)$. Определите оптимальную с точки зрения эффективности дозу флокулянта.
2. Проанализируйте форму кривой. Объясните, почему скорость осаждения сначала растет, а затем падает.
3. Рассчитайте, какой объем сгустителя (в м³/сут) потребуется для обработки 1000 т/сут таких хвостов при оптимальной дозе флокулянта. Площадь сгустителя примите пропорциональной скорости осаждения ($S \approx Q/v$).

3. Влияние pH среды на эффективность коагуляции

При тестировании сульфата алюминия на модельной суспензии каолинита (исходная мутность 200 NTU) методом jar-test при постоянной дозе коагулянта 30 мг/л были получены следующие данные об остаточной мутности (NTU) в зависимости от pH.

Таблица – Данные к задаче 3

pH	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
Мутность, NTU	18	8	5	12	25	55

1. Постройте график и определите оптимальный диапазон pH для коагуляции сульфатом алюминия.
2. Объясните полученную зависимость с точки зрения химии гидролиза солей алюминия и заряда частиц. Почему при $\text{pH} > 8$ эффективность резко падает?
3. Предложите способ коррекции pH перед вводом коагулянта на предприятии, если исходная вода имеет $\text{pH} = 8.5$. Какой реагент-регулятор среды для этого можно использовать?

4. Сравнение «одионого» и комбинированного применения реагентов

Для очистки карьерной воды, содержащей коллоидные частицы глины и гуминовые вещества (цветность 120 град Pt-Co), рассматриваются две схемы:

Схема А: Использование только коагулянта (Pac) в высоких дозах.

Схема Б: Использование коагулянта (Pac) в сниженной дозе с последующим вводом катионного флокулянта.

1. Разработайте методику лабораторного эксперимента для объективного сравнения этих двух схем. Какие параметры (дозы, последовательность, время, скорость перемешивания) будут ключевыми?

2. Какие экономические и технологические показатели (кроме остаточной мутности/цветности) необходимо сравнивать для обоснования выбора схемы? Предложите не менее трех.
3. Объясните механизм синергетического действия комбинированной схемы (коагулянт + флокулянт) с точки зрения заряда частиц и структуры хлопьев.

5. Практический расчет расхода реагентов и себестоимости

По результатам лабораторных испытаний для очистки сточных вод от фабрики окомкования железорудного концентрата выбрана следующая схема:

Коррекция pH до 7.0-7.5 с помощью известкового молока ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Коагуляция сульфатом железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) в дозе 75 мг/л по товарному продукту.

Флокуляция анионным флокулянтom в дозе 0.8 мг/л.

Расход воды составляет 2500 м³/ч. Исходный pH воды = 4.5. Расходная концентрация известкового молока – 10% (по массе $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

1. Рассчитайте суточный расход (кг/сут) каждого реагента (сульфат железа, флокулянт, 100%-ная $\text{Ca}(\text{OH})_2$).
2. Оцените суточные затраты на реагенты, если известны цены: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 25 руб/кг, флокулянт – 350 руб/кг, известь-пушонка (CaO) – 10 руб/кг. (Примечание: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ получают гашением CaO : $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$).
3. Предложите, как можно снизить расход коагулянта (технологически, не меняя реагент), и к каким изменениям в схеме это может привести.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Определение эффективности действия и подбор дозировки собирателя (ксантогената) при флотации сульфидных минералов

Цель работы: Экспериментально оценить влияние типа и дозировки собирателя на извлечение сульфидного минерала (гематит/халькопирит или модельная руда) в пенный продукт. Освоить методику проведения лабораторных флотационных испытаний и обработки их результатов.

Задачи:

1. Изучить теоретические основы действия собирателей на сульфидные минералы.
2. Освоить методику подготовки пульпы и проведения флотационного теста.
3. Провести серию флотационных опытов с различными дозировками собирателя.
4. Рассчитать и проанализировать показатели извлечения полезного компонента в концентрат.
5. Построить график зависимости извлечения от дозировки реагента и определить оптимальную дозу.

Химические реагенты являются ключевыми компонентами процессов обогащения полезных ископаемых, в частности, флотации. Флотация – это процесс разделения минералов, основанный на избирательной гидрофобизации поверхности частиц ценных минералов реагентами-собирателями и последующем их прилипанию к пузырькам воздуха с переходом в пенный продукт (концентрат).

Классификация реагентов, используемых во флотации:

1. *Собиратели*: органические соединения, избирательно адсорбируясь на поверхности определённых минералов, делают их гидрофобными. Для сульфидных минералов широко применяются *ксантогенаты* (соли ксантогеновых кислот, общая формула $R-OCS_2Me$, где R – углеводородный радикал, Me – Na, K).
2. *Пенообразователи*: стабилизируют пузырьки воздуха, создавая устойчивую пену (например, сосновое масло, МІВС, спирты).
3. *Регуляторы*: изменяют условия среды (рН-регуляторы) или характер взаимодействия собирателя с минералом (активаторы, депрессоры).

Эффективность собирателя оценивается по степени извлечения ценного компонента в концентрат, которая зависит от типа реагента, его дозировки, рН среды, минерального состава руды и других факторов.

Основные показатели эффективности флотации:

Выход концентрата (γ , %): масса концентрата по отношению к массе исходной руды.

Содержание полезного компонента в концентрате (β , %):

Извлечение полезного компонента в концентрат (ε , %): доля металла (или минерала), перешедшего из руды в концентрат вычисляется по формуле.

$$\varepsilon = (\beta * \gamma) / \alpha, \quad (1)$$

где α – содержание полезного компонента в исходной руде (%).

Оборудование:

Лабораторная флотационная машина (объем камеры 0.5-1 л).

Весы аналитические.

Мерные цилиндры (250, 500 мл).

Стаканы химические (500, 1000 мл).

Секундомер.

Сушильный шкаф.

Сита для отсева крупной фракции.

Набор лабораторной посуды (воронки, фильтры, палочки и т.д.).

Реактивы и материалы:

Образец руды: измельченная сульфидная руда (например, медная или медно-цинковая) с известным содержанием основного металла (Cu или Zn) или чистый минерал (халькопирит, галенит).

Собиратель: Бутиловый ксантогенат калия (БКК) – 1% водный раствор.

Пенообразователь: Метилизобутилкарбинол (МІВС) или сосновое масло – 0.1% водный раствор.

Регулятор рН: Известь (CaO) или сода (Na₂CO₃) для подщелачивания; серная кислота (H₂SO₄) для подкисления (по необходимости).

Дистиллированная вода.

Порядок выполнения работы

1. Отобрать среднюю пробу руды массой 500 г. Измельчить руду до крупности -0.074 мм (не менее 80% класса).
2. Подготовить рабочие растворы реагентов указанных концентраций.
3. Рассчитать дозировки реагентов для каждой пробы в г/т руды.
4. В камеру флотационной машины залить 0.5 л дистиллированной воды. Включить перемешивание. Загрузить навеску руды массой 50.0 г. Перемешивать 2 минуты для смачивания.

5. Добавить регулятор рН (например, известь) до достижения заданного значения (рН = 9-10). Контроль – универсальная индикаторная бумага. Перемешивать 1 минуту.
6. Добавить расчетный объем раствора собирателя (БКК). Перемешивать 3 минуты для его адсорбции на минералах.
7. Добавить фиксированное количество пенообразователя (например, 20 г/т). Перемешивать 30 секунд.
8. Открыть подачу воздуха. Проводить флотацию в течение 3 минут, снимая пену (концентрат) шпателем или ложкой в отдельный сосуд.
9. Флотационный концентрат и хвосты (не сфлотированная часть в камере) фильтровать, сушить в сушильном шкафу при 105°C до постоянной массы, охлаждать в эксикаторе и взвешивать.

Провести 4 опыта с различными дозировками собирателя (БКК), например: 0, 25, 50, 100 г/т. Дозировка пенообразователя и время флотации во всех опытах – постоянные. Экспериментальные данные занести в таблицу. Оформить отчет.

Таблица - Экспериментальные данные и расчеты

№ опыта	Доза БКК, г/т	Масса исх. руды, г	Масса концентрата, г	Масса хвостов, г	Выход концентрата, γ, %	Извлечение, ε, %	Примечания (наблюдения за пеной и т.д.)
1	0	50.0					
2	25	50.0					
3	50	50.0					
4	100	50.0					

Пример расчета для опыта №2:

$$\gamma = (m_{\text{конц}} / m_{\text{руды}}) * 100\%$$

$$\varepsilon = \gamma * (\beta_{\text{конц}} / \alpha_{\text{руды}}) * 100\%$$

Если прямое определение содержания металла (α , β) невозможно (нет химического анализа), принять $\alpha_{\text{руды}} = 100\%$ ценного минерала, $\beta_{\text{конц}} = 100\%$. В этом случае $\varepsilon = \gamma$, а работа демонстрирует влияние собирателя на флотируемость минерала в чистом виде. Для большей наглядности можно использовать искусственную смесь кварца и сульфида.

6. Построить график зависимости извлечения (ε , %) от дозировки собирателя (г/т). Объяснить ход кривой.
7. **Выводы:** Проанализировать результаты. Сделать выводы о влиянии дозировки собирателя на флотацию, роли собирателя в процессе, признаках оптимальной дозировки (резкий рост извлечения сменяется плато или спадом), наблюдениях за устойчивостью и структурой пены.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение флотации и объясните роль химических реагентов в этом процессе.
2. К какому классу реагентов относятся ксантогенаты? Опишите механизм их действия на сульфидные минералы.
3. Почему для разных минералов применяют разные собиратели?
4. Что такое "кондиционирование пульпы" и для чего оно необходимо?
5. Объясните, почему после определенного предела увеличение дозы собирателя может привести к снижению эффективности флотации или ухудшению качества концентрата?
6. Какие факторы, кроме дозировки собирателя, критически влияют на результаты флотации?

КЕЙС-ЗАДАНИЯ

Кейс 1: Внедрение безцианидных собирателей для флотации на золотоизвлекательной фабрике

Горнодобывающее предприятие планирует заменить токсичный цианид натрия на новые безцианидные собиратели (например, Flotent DSIB) для выщелачивания золота. Задача лаборатории — объективно оценить эффективность нового реагента и обосновать его применение.

Разработать программу сравнительного тестирования, которая докажет, что новый реагент не уступает по эффективности, но превосходит по экологичности и, возможно, экономичности (за счет более высокого содержания действующего вещества — до 80% и выше).

1. Какие современные инструментальные методы (например, газовая или жидкостная хроматография для контроля чистоты, спектроскопия для идентификации функциональных групп) необходимо применить для характеристики нового реагента?
2. Как спланировать эксперимент для оценки влияния реагента на извлечение металла? Как учесть возможную синергию с другими реагентами (вспенивателями)?
3. Как количественно оценить и продемонстрировать *ресурсосберегающий эффект* от перехода на новый реагент (снижение экологических рисков, затрат на безопасность, возможная экономия за счет меньшей дозировки)?

Кейс 2: Оптимизация дозировки ингибиторов коррозии и накипеобразования в системе теплоснабжения

При лабораторных испытаниях ингибитора (например, на основе фосфонатов) была показана высокая эффективность (~99%). Однако при внедрении в реальную систему теплоснабжения с ее переменными параметрами (температура, состав воды, наличие кипения) эффективность упала. Существует риск как недозировки (приводящей к накипи), так и передозировки (ведущей к экономическим потерям и возможным осадкам).

Проанализировать недостатки стандартных лабораторных методик (например, отсутствие контакта с металлом, изменение проб при хранении) и предложить усовершенствованный протокол тестирования, который бы лучше моделировал реальные условия.

1. Почему лабораторные условия могут давать завышенные оценки эффективности ингибиторов? Как можно «ужесточить» эти условия в эксперименте?
2. Как определить не минимальную, а *рабочий интервал эффективных концентраций* для конкретной системы, учитывая механизм действия ингибитора (адсорбция, комплексообразование)?
3. Какие аналитические методы контроля (например, потенциометрия для измерения рН, кондуктометрия для контроля ионного состава) необходимо организовать на промышленном объекте для поддержания оптимальной дозы и достижения *ресурсосбережения* (экономия реагента, топлива, увеличение срока службы оборудования)?

Кейс 3: Контроль качества и сертификация отечественных флотореагентов в условиях импортозамещения

В условиях ограничения поставок импортных специализированных реагентов (дифосфатов, депрессоров) отечественный производитель (например, «Флотент Кемикалс Рус») наращивает выпуск собственной линейки продукции. Перед закупкой крупной партии потребителю необходимо убедиться в стабильности качества и соответствии реагента заявленным техническим условиям.

Разработать комплексную схему входного контроля и сертификационных испытаний партии реагента (например, дифосфата в порошковой форме с заявленным содержанием основного вещества >87%).

1. Какие методы можно использовать для подтверждения *качественного состава* (идентификации) реагента и обнаружения возможных примесей (масс-спектрометрия, ЯМР)?
2. Как точно определить *количественное содержание основного действующего вещества* и установить соответствие паспортным данным? Какие классические (титриметрия) и инструментальные методы для этого подойдут?
3. Как организация надежного аналитического контроля способствует *ресурсосбережению* на уровне отрасли? (Сокращение брака, стабильность технологического процесса, снижение простоев, поддержка локализации производства).

3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

Перечень теоретических вопросов (для оценки знаний):

1. Дайте классификацию химических реагентов, используемых в обогащении полезных ископаемых, по их основным технологическим функциям.
2. Опишите роль и механизм действия собирателей (коллекторов) в процессах флотации.
3. Опишите роль и механизм действия пенообразователей (вспенивателей) в процессах флотации.

4. Каково назначение и принцип действия регуляторов среды (депрессоров, активаторов, рН-регуляторов)?
5. В чем заключается разница между коагулянтами и флокулянтами? Приведите примеры их применения в горнорудной промышленности (например, в системах оборотного водоснабжения или сгущения хвостов).
6. Как специфика рудного сырья (сульфидные/несульфидные руды, тип пустой породы) влияет на выбор химических реагентов?
7. Сформулируйте основные требования к промышленным химическим реагентам с точки зрения технологической эффективности, экономики и экологической безопасности.
8. Перечислите и охарактеризуйте основные лабораторные методы оценки собирательной способности реагентов (флотация чистых минералов, микровсплывание, кинетические пробы).
9. Что такое флотационный тест? Опишите его основные этапы и цели проведения.
10. Опишите метод микровсплывания (micro-flotation) и его преимущества при тестировании собирателей.
11. Какие приборы и установки используются для определения кинетических параметров флотации в лабораторных условиях?
12. Как оценивается эффективность пенообразователей? Опишите методы измерения высоты и устойчивости пены.
13. Что такое «краевой угол смачивания» и как его измерение связано с оценкой эффективности собирателей?
14. Как определяется оптимальный расход реагента-собирателя в лабораторных условиях?
15. Какие факторы (рН среды, жесткость воды, наличие ионов-модификаторов) влияют на результаты тестирования собирателей и должны контролироваться в ходе эксперимента?
16. Опишите лабораторные методики оценки эффективности депрессоров (например, на примере цианидов, сульфита натрия).
17. Как экспериментально определяют эффективность активаторов (например, ионов меди для сфалерита)?
18. Какие методы используются для тестирования рН-регуляторов и оценки их влияния на флотацию?
19. Опишите метод «прозрачной пробирки» (jar-test) для подбора коагулянтов и флокулянтов. Какие параметры оцениваются?
20. Как измеряют скорость седиментации (осаждения) и объем осадка при тестировании флокулянтов?
21. Каковы методы определения оптимальной дозы флокулянта или коагулянта?
22. Что такое капиллярное всасывающее время (CST) и как этот показатель используется для оценки обезвоживаемости суспензий после обработки реагентами?
23. Какое влияние на процесс коагуляции и флокуляции оказывают рН среды, ионная сила и содержание твердого?
24. Как метод ИК-Фурье спектроскопии (FTIR) может быть использован для изучения адсорбции реагентов на поверхности минералов?

25. В чем заключается принцип сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС)? Какую информацию они дают при анализе флотационных концентратов или осадков?
26. Как рентгенофлуоресцентный анализ (XRF) применяется для контроля элементного состава продуктов обогащения при тестировании реагентов?
27. Опишите возможности спектроскопии комбинационного рассеяния (Рамановской) для идентификации реагентов или их поверхностных соединений.
28. Какие современные микроскопические методы (АСМ, конфокальная микроскопия) позволяют изучать поверхность минералов до и после обработки реагентами?
29. Как метод измерения ζ -потенциала (электрофоретической подвижности) частиц помогает в тестировании реагентов-регуляторов и флокулянтов?
30. Для чего в лабораторных исследованиях применяют термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК)?
31. Каковы принципы хроматографических методов (ВЭЖХ, ГХ) и их применение для контроля качества и состава жидких реагентов?
32. В чем заключаются основные вызовы при тестировании реагентов для комплексных и труднообогащаемых руд? (низкое содержание, тонковкрапленность, схожие свойства минералов).
33. Как принципы ресурсосбережения влияют на выбор и тестирование химических реагентов? (повторное использование воды, снижение расхода, биоразлагаемость).
34. Как осуществляется переход от лабораторных тестов к опытно-промышленным испытаниям реагентов? Какие факторы (масштабирование, качество воды, колебания сырья) необходимо учитывать?
35. Опишите подходы к тестированию и выбору реагентов, позволяющих снизить расход воды за счет замкнутых циклов водоснабжения.
36. Какие существуют проблемы в стандартизации методик тестирования реагентов и интерпретации их результатов?
37. Как современные вызовы (переход к бесцианидной, малосульфидной флотации) влияют на разработку новых методик тестирования?
38. Какие методы физико-химического анализа позволяют оценить экологическую безопасность реагентов (например, биоразлагаемость, токсичность)?
39. Как цифровизация и автоматизация лабораторных установок (роботизированные комплексы, онлайн-анализ) меняют подходы к тестированию реагентов?
40. Проанализируйте взаимосвязь между точностью и репрезентативностью методик тестирования реагентов и экономической эффективностью всего технологического процесса обогащения.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей

программой дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Доклад	Защита докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему докладов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите.
Презентация	Презентацию готовят к практическому занятию совместно с докладом в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
Собеседование	Собеседование проводится на практических и лабораторных занятиях. Студентам предлагается устно или письменно ответить на вопросы.
Кейс-задача	Преподаватель не менее, чем за неделю до срока решения кейс-задач должен довести до сведения обучающихся предлагаемые кейс-задачи. Решенные кейс-задачи в назначенный срок сдаются на проверку преподавателю.
Тестирование	Тестирование проводится по результатам освоения разделов дисциплины во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадами для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте время выполнения.
Задачи	Студенты решают задачи на практическом занятии. Задание выполняется по двум вариантам. Распределение вариантов осуществляется преподавателем. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий. Результаты решения задач оформляются студентами самостоятельно и сдаются на проверку преподавателю
Лабораторная работа	Темы лабораторных работ и даты их проведения выдаются заранее, на первых практических занятиях. Перед их проведением студенты прослушивают правила техники безопасности и изучают теоретические вопросы по указанной теме. Лабораторные работы проводятся в лаборатории, снабженной необходимым оборудованием. При этом студенты должны быть одеты в халаты, перчатки и соблюдать все меры безопасности. Преподаватель на занятии, предшествующем лабораторной работе, доводит до студентов тему, критерии оценивания, теоретические и практические вопросы, подлежащие выполнению.

4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации

Зачет

При определении уровня достижений обучающихся на зачете учитывается:

- знание программного материала и структуры дисциплины (модуля);
- знания, необходимые для решения типовых задач, умение выполнять предусмотренные программой задания;
- владение методологией дисциплины (модуля), умение применять теоретические знания при решении задач, обосновывать свои действия.

Проведение промежуточной аттестации в форме зачета позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля. Так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок деленную на число этих оценок.

<i>Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля</i>	<i>Оценка</i>
<i>Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю</i>	<i>«зачтено»</i>
<i>Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю</i>	<i>«не зачтено»</i>

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета, то обучающийся сдает зачет. Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и решения типовых контрольных заданий. Перечень теоретических вопросов и типовых контрольных заданий обучающиеся получают в начале семестра.

Составитель:

доцент кафедры ОПИиХТГД Дабижа О.Н.