

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 15.06.2026 10:51:27
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заплярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

«Аналитическая химия»

Факультет: ГТФ

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): «Прогрессивные методы получения цветных металлов»

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.Г.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Черемисин А.А.

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ММиО, протокол № 11 от 10.06.2026

И.о. заведующего кафедрой к.т.н., доцент Е.В. Лаговская

Фонд оценочных средств по дисциплине Аналитическая химия разработан для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия на основе Рабочей программы дисциплины Аналитическая химия, Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции: ПК-3 Содержание: Использует физико-химическую сущность процессов при производстве цветных металлов. Индикатор достижения: ПК-3.1. Применяет методы аналитического контроля (химические и физико-химические) для оценки качества сырья, промежуточных и конечных продуктов металлургического передела.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: теоретические основы качественных и количественных методов анализа; принципы кислотно-основного, окислительно-восстановительного, комплексонометрического и осадительного титрования; основы электрохимических, оптических и хроматографических методов анализа.

Уметь: выбирать оптимальный метод анализа для контроля конкретных металлургических переделов (обжиг, выщелачивание, электролиз); рассчитывать концентрации, титры и погрешности измерений; готовить стандартные растворы и калибровочные графики.

Владеть: навыками проведения титриметрического и инструментального анализа руд, концентратов, технологических растворов и сточных вод; методами обработки экспериментальных данных с учетом метрологических требований.

2. Паспорт фонда оценочных средств

Раздел 1. Значение методов контроля и анализа веществ. Метрологическое обеспечение.

- Формируемая компетенция: ПК-3
- Оценочные средства: Конспект, тестовые задания.

Раздел 2. Качественный анализ. Равновесия в растворах электролитов.

- Формируемая компетенция: ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания, расчетные задачи.

Раздел 3. Количественный химический анализ (Титриметрия и гравиметрия).

- Формируемая компетенция: ПК-3
- Оценочные средства: Собеседование, тестовые задания.

Раздел 4. Физико-химические методы анализа (Электрохимические, Оптические, Хроматографические).

- Формируемая компетенция: ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания, ситуационные кейсы.

Промежуточная аттестация (Зачет).

- Оценочные средства: Решение всех тестовых заданий по темам.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания (Технологическая карта)

Форма промежуточной аттестации: Зачет. Сроки выполнения: В течение обучения по дисциплине.

Шкала оценивания и критерии (процент от максимальной суммы баллов):

- 0 – 64 % – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень).
- 65 – 74 % – «удовлетворительно» (пороговый минимальный уровень).
- 75 – 84 % – «хорошо» (средний уровень).
- 85 – 100 % – «отлично» (высокий максимальный уровень).

Пороговый уровень: Для аттестации в форме зачета необходимо набрать не менее 75 % от максимально возможной суммы баллов. Зачет выставляется при успешной сдаче всех тестовых заданий.

4. Типовые контрольные задания (Тестовые задания)

Ниже приведен восстановленный и методически выверенный Вариант 1 (25 вопросов). Полный банк заданий (Варианты 2-5) хранится на кафедре.

Вариант 1

1. Действием подкисленного раствора перманганата калия можно обнаружить в растворе ионы: А) SO_4^{2-} ; Б) NO_3^- ; В) SO_3^{2-} ; Г) PO_4^{3-} .
2. Определить ионы калия в растворе можно действием реагента, формула которого имеет вид: А) $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$; Б) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; В) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$; Г) $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
3. Масса азотной кислоты, содержащаяся в 5 л ее раствора, значение рН которого равно 3, составляет ____ г ($\alpha = 1$). А) 0,630; Б) 0,315; В) 0,063; Г) 0,126.
4. Вычислите рН ацетатной буферной смеси, полученной растворением 1,64 г ацетата натрия в 100 мл 0,2 н раствора уксусной кислоты ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$). А) -4,76; Б) 4,5; В) -4,5; Г) 4,76.
5. Раствор какой соли при гидролизе будет окрашивать фенолфталеин в малиновый цвет? А) CuSO_4 ; Б) ZnCl_2 ; В) Na_2SO_3 ; Г) NaBr .
6. Продуктом гидролиза какой соли будет гидроанион? А) Rb_2S ; Б) NH_4NO_3 ; В) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; Г) CaCl_2 .
7. Вычислите растворимость $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ в моль/л, если $\text{PP} = 3 \cdot 10^{-38}$. А) $2,78 \cdot 10^{-8}$; Б) $0,17 \cdot 10^{-19}$; В) $2,78 \cdot 10^{-19}$; Г) $0,17 \cdot 10^{-8}$.
8. Масса карбоната бария, содержащаяся в 10 л насыщенного раствора, равна ____ мг ($\text{PP BaCO}_3 = 4,0 \cdot 10^{-10}$). А) 19,7; Б) 78,8; В) 39,4; Г) 3,94.
9. Наименьшей растворимостью (моль/л) обладает карбонат двухвалентного металла, значение произведения растворимости которого равно: А) $3,8 \cdot 10^{-8}$; Б) $7,5 \cdot 10^{-14}$; В) $4,0 \cdot 10^{-10}$; Г) $1,8 \cdot 10^{-11}$.
10. При каком значении константы равновесия (К) окислительно-восстановительная реакция протекает в прямом направлении: А) $K < 5$; Б) $K < 1$; В) $K = 0$; Г) $K > 1$.
11. На чем основан гравиметрический метод анализа? А) на определении объема титранта; Б) на измерении массы вещества, выделившегося в виде осадка; В) на

- определении количества осадителя в растворе; Г) на измерении оптической плотности.
12. Масса серной кислоты, содержащейся в 5 л раствора с молярной концентрацией эквивалентов H_2SO_4 равной 0,2 моль/л, составляет ____ г. А) 88; Б) 49; В) 98; Г) 44.
 13. Как выражается концентрация растворов в титриметрии? А) процентная и молярная; Б) моляльная и титр; В) нормальная и молярная; Г) молярная и моляльная.
 14. Объем 0,1 М раствора NaOH , необходимый для нейтрализации раствора серной кислоты, содержащего 0,147 г H_2SO_4 , равен ____ мл. А) 15; Б) 60; В) 30; Г) 45.
 15. Объем 0,1 М раствора HNO_3 , необходимый для нейтрализации раствора гидроксида калия, содержащего 0,084 г KOH , равен ____ мл. А) 150; Б) 84; В) 42; Г) 15.
 16. Титр $T(\text{Na}_2\text{O}/\text{H}_2\text{SO}_4)$ равен ____, если концентрация раствора в виде $T(\text{Na}_2\text{O}) = 0,05649$ г/мл. А) 0,05649; Б) 0,08909; В) 0,11298; Г) 0,17818.
 17. Аналитическая химическая реакция – это реакция, сопровождающаяся: А) изменением окраски раствора под действием индикатора; Б) аналитическим эффектом (образованием осадка, газа, окрашенного комплекса), позволяющим идентифицировать ион; В) выделением тепла; Г) изменением объема.
 18. Тип аналитической реакции $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$: А) ионнообменная; Б) комплексообразования (разрушение комплекса); В) осаждения; Г) окислительно-восстановительная.
 19. Стандартный раствор применяется: А) для приготовления индикатора; Б) в качестве индикатора; В) для установления точки эквивалентности при титровании; Г) для приготовления растворенного вещества.
 20. Какие из перечисленных операций производят при титровании? А) выпаривание раствора; Б) постепенное добавление титранта к анализируемому раствору до точки эквивалентности; В) нагревание раствора до кипения; Г) фильтрация осадка.
 21. Объем раствора гидроксида бария с молярной концентрацией эквивалентов 0,1 моль/л, необходимый для нейтрализации 25 мл раствора соляной кислоты с концентрацией 0,2 моль/л, равен ____ мл. А) 50; Б) 0,5; В) 5; Г) 0,005.
 22. На какие методы делится окислительно-восстановительное титрование? А) перманганатометрия, йодометрия, осадительное; Б) перманганатометрия, тиоцианометрия, йодометрия; В) аргентометрия, перманганатометрия, йодометрия; Г) перманганатометрия, йодометрия, дихроматометрия.
 23. В йодометрии в качестве стандартизованного раствора используется: А) тиосульфат натрия; Б) сульфат натрия; В) сульфат калия; Г) сульфит натрия.
 24. Чему равна эквивалентная масса перманганата калия при титровании в кислой среде? А) 52,67 г/моль; Б) 31,6 г/моль; В) 15,8 г/моль; Г) 158 г/моль. (Примечание: в щелочной/нейтральной среде меняется).
 25. При аргентометрическом титровании в качестве стандартного раствора используют: А) NaCl ; Б) AgNO_3 ; В) KCl ; Г) AgCl .

5. Задания повышенного уровня сложности (Аналитический и эвристический уровень)

Данные задания предназначены для оценки сформированности компетенции ПК-3 на высшем уровне, с учетом реальной практики на металлургических предприятиях.

Блок А. Задания на установление соответствия

Задание 1. Установите соответствие между объектом металлургического контроля и наиболее подходящим методом анализа:

1. Определение следовых количеств мышьяка и сурьмы (10^{-4} %) в электролите медного рафинирования.
2. Контроль остаточной концентрации ксантогената в оборотных водах обогатительной фабрики.
3. Экспресс-определение общего содержания железа в кислотных пульпах выщелачивания.
4. Анализ газовых выбросов (SO_2 , CO_2) из печей обжига сульфидных концентратов.

А) Спектрофотометрия (или титрование дихроматометрия после восстановления). Б) Инверсионная вольтамперометрия или атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). В) Газовая хроматография или ИК-спектроскопия. Г) Фотоколориметрия (образование окрашенного комплекса с ионами меди).

Блок Б. Ситуационные задачи (Кейсы для металлургов)

Кейс 1. Контроль качества медного электролита В цехе электролитического рафинирования меди анодная медь содержит примеси висмута и теллура. При их накоплении в электролите (более 0,5 мг/л) на катодах начинают образовываться наросты и дендриты, что приводит к коротким замыканиям и браку катодов. Лаборанты предлагают определять их классическим гравиметрическим методом (осаждением). Главный технолог отвергает это предложение, требуя внедрить физико-химический метод. *Вопросы:*

1. Почему гравиметрический метод неприменим для определения следовых количеств (мг/л) висмута и теллура в присутствии огромного избытка меди и серной кислоты?
2. Какой инструментальный метод анализа (атомно-абсорбционная спектроскопия, полярография, рентгенофлуоресцентный анализ) вы предложите для решения этой задачи? Обоснуйте его преимущества.
3. Как пробоподготовка (например, экстракционное концентрирование) может повлиять на точность определения?

Кейс 2. Анализ флотореагентов и контроль экологии На горно-обогатительном комбинате перерабатываются медно-никелевые руды. В качестве собирателя применяется бутилксантогенат калия. Перед сбросом оборотных вод в хвостохранилище необходимо контролировать остаточное содержание ксантогената, так как он токсичен для гидробионтов. *Вопросы:*

1. Предложите метод спектрофотометрического определения ксантогената в воде, основанный на его реакции с ионами меди (Cu^{2+}) с образованием окрашенного комплекса (дибутилдитиокарбамата меди). На какой длине волны (~430 нм) следует проводить измерение?
2. Какие ионы, присутствующие в шахтных и оборотных водах (например, Fe^{3+} , сульфиды, взвешенные вещества), могут мешать определению и как устранить их мешающее влияние (маскирование, фильтрация, подкисление)?

3. Как изменится оптическая плотность раствора согласно закону Бугера-Ламберта-Бера, если концентрация ксантогената в пробе увеличится в 2 раза?
-

6. Ключи и критерии оценивания

Ответы к тестовым заданиям (Вариант 1, 1-25): 1-В; 2-Б; 3-Б; 4-Г; 5-В; 6-А; 7-А; 8-А; 9-Б; 10-Г; 11-Б; 12-Б; 13-А; 14-В; 15-А; 16-В; 17-Б; 18-Б; 19-В; 20-Б; 21-А; 22-Г; 23-А; 24-В; 25-Б. (Оценивание: 1 балл за каждый верный ответ. Максимум 25 баллов).

Ответы к заданию на соответствие:

- Задание 1: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В. (Оценивание: 2 балла за полностью верное соответствие, 1 балл за одну ошибку).

Критерии оценивания Ситуационных задач (Кейсов): Максимум — 15 баллов за каждый кейс.

- 12-15 баллов (Отлично): Студент демонстрирует глубокое понимание аналитической химии и специфики цветной металлургии. В Кейсе 1 верно указывает, что гравиметрия не обладает нужной чувствительностью (предел обнаружения) и селективностью в матрице меди. Предлагает ААС или инверсионную вольтамперометрию. В Кейсе 2 верно описывает химизм реакции с Cu^{2+} , указывает на мешающее влияние Fe^{3+} (можно восстановить до Fe^{2+} или замаскировать фторидом) и сульфидов (окислить), применяет закон Бугера-Ламберта-Бера (линейная зависимость).
- 8-11 баллов (Хорошо): Студент понимает суть проблемы, предлагает верные пути решения, но допускает неточности в названиях методов или не может четко обосновать устранение мешающих ионов.
- 5-7 баллов (Удовлетворительно): Понимание проблемы поверхностное. Решения носят общий характер («нужно использовать спектрометр», «нужно отфильтровать») без физико-химического обоснования.
- 0-4 баллов (Неудовлетворительно): Неверное понимание сути кейса, предложение методов, неприменимых в данных условиях (например, титрование для следовых количеств).