

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 10:51:25  
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**

**«Специальная 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 Специальная 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 Специальная 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 знания о термодинамических и кинетических факторах, влияющих на протекание металлургического процесса, а также методы химического контроля сырья и продуктов передела.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: теоретические основы качественных и количественных методов анализа; принципы кислотно-основного, окислительно-восстановительного, комплексонометрического и осадительного титрования; метрологические основы обработки результатов.

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

Владеть: навыками проведения титриметрического и гравиметрического анализа руд, концентратов, технологических растворов и сточных вод; методами обработки экспериментальных данных.

---

## 2. Паспорт фонда оценочных средств

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

- Формируемая компетенция: ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии. Равновесия в растворах.

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

Раздел 3. Качественный анализ. Идентификация ионов.

- Формируемая компетенция: ПК-3
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 4. Количественный химический анализ (Гравиметрия и Титриметрия).

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

Промежуточная аттестация (Зачет).

- Формируемая компетенция: ПК-3
- 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 Вариант 1 (25 вопросов). Полный банк заданий (Варианты 2-5) и матрица ответов хранятся на кафедре.*

#### Вариант 1

1. Действием подкисленного раствора перманганата калия можно обнаружить в растворе ионы: А)  $\text{SO}_3^{2-}$ ; Б)  $\text{SO}_4^{2-}$ ; В)  $\text{NO}_3^-$ ; Г)  $\text{PO}_4^{3-}$ .
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)  $\text{CuSO}_4$ ; Б)  $\text{ZnCl}_2$ ; В)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; Г)  $\text{NaBr}$ .
6. Продуктом гидролиза какой соли будет гидроанион? А)  $\text{Rb}_2\text{S}$ ; Б)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; В)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; Г)  $\text{CaCl}_2$ .
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 (K) 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 определении молярной концентрации титранта; В) на определении количества осадителя в растворе; Г) на определении молярной концентрации эквивалента титранта.

12. Масса серной кислоты, содержащейся в 5 л раствора с молярной концентрацией эквивалентов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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) моляльная и процентная; Г) молярная и моляльная.
14. Объем 0,1 М раствора  $\text{NaOH}$ , необходимый для нейтрализации раствора серной кислоты, содержащего 0,147 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , равен \_\_\_\_ мл. А) 15; Б) 60; В) 30; Г) 45.
15. Объем 0,1 М раствора  $\text{HNO}_3$ , необходимый для нейтрализации раствора гидроксида калия, содержащего 0,084 г  $\text{KOH}$ , 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 реагента; Б) аналитическим эффектом, который связан с образованием продукта, обладающего специфическими свойствами; В) растворением осадка; Г) выделением газа.
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; В) осаждения; Г) окислительно-восстановительная.
19. Стандартный раствор применяется: А) для приготовления индикатора; Б) в качестве индикатора; В) для установления точки эквивалентности; Г) для приготовления растворенного вещества.
20. Какие из перечисленных операций производят при титровании? А) выпаривание раствора; Б) постепенное добавление титранта к анализируемому раствору; В) подкисление раствора; Г) нагревание раствора.
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 щелочной среде? А) 52,67 г/моль; Б) 31,6 г/моль; В) 15,8 г/моль; Г) 158 г/моль.
25. При аргентометрическом титровании в качестве стандартного раствора используют: А)  $\text{NaCl}$ ; Б)  $\text{AgNO}_3$ ; В)  $\text{KCl}$ ; Г)  $\text{AgCl}$ .

---

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 методом титриметрического анализа и объектом контроля в цветной металлургии:

1. Перманганатометрия.
2. Йодометрия.
3. Аргентометрия.
4. Комплексонометрия.

А) Определение содержания хлорид-ионов в оборотных водах гидрометаллургического передела (для контроля коррозии оборудования). Б) Определение общей жесткости и содержания ионов кальция/магния в растворах выщелачивания и промывных водах. В) Количественное определение меди в медных концентратах и черновых катодах (после восстановления  $\text{Cu}^{2+}$  до  $\text{Cu}^+$  и выделения йода). Г) Экспресс-анализ содержания общего железа ( $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ ) в кислых пульпах и растворах автоклавного выщелачивания.

Блок Б. Ситуационные задачи (Кейсы для металлургов)

Кейс 1. Йодометрическое определение меди в концентрате Лаборант цехового контроля проводит анализ медного концентрата. Навеску концентрата массой 0,500 г разложили в азотной кислоте, удалили оксиды азота, добавили избыток иодида калия (KI). Выделившийся йод оттитровали 0,1 М раствором тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) в присутствии крахмала. На титрование пошло 18,5 мл раствора тиосульфата.

*Вопросы:*

1. Напишите уравнения реакций растворения меди, выделения йода и его титрования тиосульфатом.
2. Рассчитайте массовую долю меди (%) в данном концентрате.
3. Почему йодометрия является предпочтительным методом для определения высоких содержаний меди по сравнению с перманганатометрией?

Кейс 2. Контроль железа в электролите В цехе электролитического рафинирования цинка в сернокислом электролите накопилось избыточное количество ионов железа ( $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ ), что ухудшает качество катода. Для контроля степени очистки раствора (после цементации) необходимо определить остаточное содержание железа.

*Вопросы:*

1. Какой метод окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия или дихроматометрия) вы выберете для определения  $\text{Fe}^{2+}$ ? Обоснуйте выбор с точки зрения стабильности титранта и точности фиксации точки эквивалентности.
2. Как химически перевести все железо в пробе в степень окисления +2 перед титрованием, если в растворе присутствует и  $\text{Fe}^{3+}$ ?
3. Какой индикатор (или метод фиксации точки эквивалентности) следует использовать в данном методе?

---

6. Ключи и критерии оценивания

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

Ответы к заданию на соответствие:

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

## Решения и критерии оценивания Ситуационных задач (Кейсов):

### Решение Кейса 1:

1. *Уравнения:*  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{CuI}\downarrow + \frac{1}{2}\text{I}_2$ ;  $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ .
2. *Расчет:*  $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1 * 0,0185 = 0,00185$  моль. По уравнению  $n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,000925$  моль.  $n(\text{Cu}) = 2 * n(\text{I}_2) = 0,00185$  моль.  $m(\text{Cu}) = 0,00185 * 63,5 = 0,1175$  г. Массовая доля =  $(0,1175 / 0,500) * 100\% = 23,5\%$ .
3. *Обоснование:* Йодометрия высокоселективна к меди, не требует сложных индикаторов (крахмал дает резкий переход окраски), позволяет определять медь в присутствии многих мешающих ионов, которые могут окисляться перманганатом.

### Решение Кейса 2:

1. *Выбор метода:* Дихроматометрия предпочтительнее, так как раствор  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  является стандартным, стабильным (не разлагается на свету и со временем), в отличие от  $\text{KMnO}_4$ , который требует постоянного перестандартирования. Точка эквивалентности фиксируется окислительно-восстановительными индикаторами (дифениламином).
2. *Восстановление  $\text{Fe}^{3+}$ :* Перед титрованием в раствор добавляют восстановитель, например, хлорид олова ( $\text{SnCl}_2$ ) до обесцвечивания, а избыток  $\text{Sn}^{2+}$  удаляют добавлением хлорида ртути ( $\text{HgCl}_2$ ).
3. *Индикатор:* Используют окислительно-восстановительные индикаторы (дифениламин, дифениламинсульфонат), которые меняют окраску при скачке потенциала в точке эквивалентности.

### Критерии оценивания Кейсов (Максимум — 15 баллов за каждый):

- 12-15 баллов (Отлично): Студент верно записывает химизм процессов, проводит безошибочные стехиометрические расчеты, глубоко понимает преимущества методов для металлургического контроля.
- 8-11 баллов (Хорошо): Студент понимает суть метода, верно проводит расчеты, но допускает неточности в описании пробоподготовки или выборе индикатора.
- 5-7 баллов (Удовлетворительно): Поверхностное понимание. Расчеты выполнены с ошибками, химизм описан неверно.
- 0-4 баллов (Неудовлетворительно): Студент не знает принципов окислительно-восстановительного титрования.