

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 25.06.2026 10:51:24

Уникальный программный ключ:

1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

**«Методы контроля и анализа веществ»**

**Факультет:** Горно-технологический (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:**

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Ю.А. Николаева

(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

<sup>1</sup> В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

Фонд оценочных средств по дисциплине *Методы контроля и анализа веществ* для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 *Металлургия* на основе Рабочей программы дисциплины *Методы контроля и анализа веществ*, 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:** ОПК-4 **Содержание:** Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные. **Индикатор достижения:** ОПК-4.1. Понимает основы метрологии, методы и средства измерения величин, устройство и принцип действия средств измерения.

**Код компетенции:** ОПК-7 **Содержание:** Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли. **Индикатор достижения:** ОПК-7.1. Выполняет основные требования, предъявляемые к технической документации и протоколам аналитического контроля.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:** **Знать:** классификацию методов технического анализа; основы метрологического обеспечения; принципы физико-химических (электрохимических, оптических, хроматографических) и физических методов анализа. **Уметь:** выбирать оптимальный метод анализа для контроля металлургических переделов; обрабатывать результаты измерений с учетом погрешностей; работать с калибровочными графиками. **Владеть:** навыками интерпретации аналитических сигналов (полярограмм, спектров поглощения); методами оценки точности и воспроизводимости анализа руд, концентратов и технологических растворов.

---

## 2. Паспорт фонда оценочных средств

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

- Формируемая компетенция: ОПК-4, ОПК-7
- Оценочные средства: Конспект, тестовые задания.
- Показатели оценки: Наличие конспекта, успешное решение теста, понимание метрологических терминов (погрешность, точность, воспроизводимость).

### Раздел 2. Классификация методов технического анализа.

- Формируемая компетенция: ОПК-4, ОПК-7

- Оценочные средства: Тестовые задания.
- Показатели оценки: Успешное решение теста, умение разделять химические и физико-химические методы.

### **Раздел 3. Физико-химические методы анализа (Электрохимические, Оптические, Хроматографические).**

- Формируемая компетенция: ОПК-4, ОПК-7
- Оценочные средства: Собеседование, тестовые задания.
- Показатели оценки: Объем знаний по теме, понимание законов Бугера-Бера-Ламберта, Фарадея, Ильковича; умение читать калибровочные графики.

### **Раздел 4. Физические и химические методы анализа.**

- Формируемая компетенция: ОПК-4, ОПК-7
- Оценочные средства: Тестовые задания.
- Показатели оценки: Решение теста, знание принципов гравиметрии, титриметрии и спектрального анализа.

### **Промежуточная аттестация (Зачет).**

- Формируемая компетенция: ОПК-4, ОПК-7
- Оценочные средства: Решение всех тестовых заданий по темам.
- Показатели оценки: Комплексная оценка знаний.

---

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

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

#### **Шкала оценивания и критерии:**

- Тестовые задания оцениваются по системе «Зачет/Незачет» в диапазоне от 0 до 5 баллов.
- Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов.
- Зачет выставляется при сдаче студентом всех тестовых заданий.

#### **Критерии оценки результатов обучения (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).
- 

#### 4. Типовые контрольные задания (Тестовые задания)

*Ниже приведен Вариант 1 (25 вопросов). Полный банк тестов (Варианты 2-5) хранится на кафедре.*

##### **Вариант 1**

1. На какие основные группы классифицируются методы анализа:
  1. титриметрический анализ и спектроскопические методы
  2. электрохимические методы и гравиметрический анализ
  3. химические и физико-химические
  4. химические и хроматографические
2. Экспрессность анализа — это:
  1. количество анализов
  2. относительная скорость выполнения анализа
  3. точность определения
  4. содержание компонента
3. Погрешность, которая в ходе измерения одной и той же величины остается постоянной или изменяется закономерным образом, называется:
  1. систематической
  2. грубой
  3. случайной
  4. относительной
4. Основные методические приемы в физико-химических методах:
  1. метод прямых измерений и интенсивность аналитического сигнала
  2. метод прямых измерений и метод косвенных измерений
  3. метод прямых измерений и калибровочный график
  4. метод прямых измерений и измерение силы тока
5. Связь интенсивности аналитического сигнала выражается соотношением:

1.  $I = A / C$
  2.  $A = I * C$
  3.  $I = A * C$
  4.  $I = U * C$
6. К методам прямого количественного определения относятся:
1. метод добавок, потенциометрическое титрование
  2. метод добавок, метод градуировочного графика
  3. метод добавок, точка эквивалентности
  4. метод молярного свойства, потенциометрическое титрование
7. В основе потенциометрических измерений лежит зависимость:
1. равновесного потенциала от диффузного тока
  2. равновесного потенциала от массы электрода
  3. равновесного потенциала от концентрации определяемого иона
  4. равновесного потенциала от источника тока
8. Применяемый в электрохимических методах анализа электрод, потенциал которого сохраняет постоянное значение и не зависит от концентрации определяемого вещества, называется:
1. электрод сравнения
  2. индикаторным
  3. рабочим
  4. ионоселективным
9. В прямых электрохимических методах используют:
1. зависимость силы тока от концентрации определяемого компонента
  2. зависимость силы тока от температуры анализа
  3. зависимость потенциала от температуры анализа
  4. зависимость силы тока от агрегатного состояния компонента
10. Для определения значения рН в аналитических лабораториях наиболее часто используется метод:
1. кулонометрии
  2. потенциометрии

3. кондуктометрии

4. полярографии

11. Как называют кривые при полярографическом методе анализа:

1. стандартными

2. кривыми титрования

3. калибровочными

4. полярограммами

12. Значение потенциала полуволны полярографической кривой зависит:

1. от тока, протекающего в ячейке

2. от природы электродной реакции

3. от концентрации реагента

4. от скорости вытекания ртути

13. Кондуктометрия — это:

1. измерение электрической проводимости жидких сред

2. измерение ЭДС гальванической цепи

3. точный метод определения констант диссоциации слабых электролитов

4. измерение зависимости тока от напряжения в цепи из двух электродов

14. Удельная электропроводность раствора определяется формулой:

1.  $W = 1 / R$

2.  $\chi = W * l / S$

3.  $W = \chi * l / S$

4.  $W = \chi * S / l$

15. Электрогравиметрический метод основан на:

1. измерении силы тока

2. измерении постоянной Фарадея

3. измерении массы вещества, выделившегося на электроде

4. измерении количества электричества

16. По решаемым задачам спектральный анализ классифицируют:

1. элементный, изотопный, молекулярный, структурный
  2. элементный, элюентный, радиоактивный, структурный
  3. изотопный, визуальный, кулонометрический
  4. молекулярный, визуальный, кулонометрический
17. Согласно закону Фарадея, на котором основан метод кулонометрии, масса выделившегося или разложившегося при электролизе вещества пропорциональна:
1. интенсивности светового потока
  2. величине потенциала
  3. количеству электричества
  4. величине радиоактивного излучения
18. К спектроскопическим методам анализа, основанным на поглощении веществом электромагнитного излучения, относится:
1. атомно-абсорбционная спектроскопия
  2. атомно-эмиссионная спектроскопия
  3. люминесценция
  4. молекулярная спектроскопия
19. Зависимость количества поглощенного образцом излучения от концентрации и толщины поглощающего слоя описывается законом:
1. Эйнштейна
  2. Ламберта-Бугера-Бера
  3. Вант-Гоффа
  4. Ван-дер-Ваальса
20. Не является линейной зависимость между оптической плотностью и:
1. концентрацией
  2. пропусканием
  3. толщиной поглощающего слоя
  4. коэффициентом поглощения
21. Величина интенсивности электромагнитного излучения при прохождении через анализируемый образец в методе атомно-абсорбционной спектроскопии:
1. увеличивается

2. уменьшается
3. остается постоянной
4. изменяется неоднозначно

22. Какой справочный материал используется для расшифровки спектров?

1. таблицы
2. интенсивность линий
3. атласы
4. резонансные линии

23. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз:

1. газовая, газожидкостная, жидкостная
2. газовая, молекулярная, капиллярная
3. жидкостная, хемосорбционная, ситовая
4. газовая, ситовая, молекулярная

24. Газовая хроматография — это:

1. метод разделения летучих термостабильных соединений
2. метод разделения растворов, обладающих разной сорбируемостью
3. метод разделения растворителя и вещества
4. метод разделения ионообменными смолами

25. Самопроизвольный распад ядер некоторых изотопов, на котором основаны ядерно-химические методы анализа, называется:

1. эмиссионным
2. люминесцентным
3. радиоактивным
4. фотоэлектрическим

---

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

*Данные задания предназначены для оценки сформированности компетенций ОПК-4 и ОПК-7 на высшем уровне, с учетом реальной практики на металлургических предприятиях.*

## Блок А. Задания на установление соответствия

**Задание 1. Установите соответствие между аналитическим методом и его применением в металлургическом производстве:**

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС).
2. Потенциометрическое титрование.
3. Газовая хроматография.
4. Полярография.

А) Контроль следовых количеств тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn) в готовых катодных листах меди и алюминия. Б) Определение микродоз флотореагентов (ксантогенатов) в оборотных водах обогатительной фабрики. В) Анализ газовых выбросов из печей обжига (определение SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>) для экологического мониторинга. Г) Контроль кислотности и концентрации ионов металлов в растворах выщелачивания в реальном времени.

## Блок Б. Ситуационные задачи (Кейсы для металлургов)

**Кейс 1. Контроль гидromеталлургического передела** На цинковом заводе в процессе кислотного выщелачивания огарков необходимо строго контролировать соотношение ионов Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> в пульпе, так как от этого зависит эффективность последующей очистки раствора. Лаборатория дает результаты раз в 4 часа, что вызывает брак на стадии осаждения железа. Главный технолог требует внедрить метод экспресс-контроля в потоке.

*Вопросы:*

1. Какой из электрохимических методов анализа (потенциометрия, вольтамперометрия, кондуктометрия) наиболее подходит для дифференциального определения Fe<sup>3+</sup> и Fe<sup>2+</sup> в присутствии других ионов (Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>)? Обоснуйте выбор.
2. Как влияет температура и наличие взвешенных твердых частиц на точность данного метода, и как решить эту проблему при организации поточного анализа?

**Кейс 2. Анализ качества металлургических реагентов** Партия кальцинированной соды (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), используемой для нейтрализации кислых стоков и регулирования pH при флотации, поступила на склад. Есть подозрение, что она загрязнена хлоридами и сульфатами из-за нарушения условий транспортировки. Использование такой соды приведет к коррозии флотомашин и нарушению реагентного режима. *Вопросы:*

1. Какой метод титрования (аргентометрия, комплексонометрия, турбидиметрия) вы выберете для количественного определения хлорид-ионов и сульфат-ионов в данной пробе?
2. Опишите химизм метода и способ фиксирования точки эквивалентности (визуальный или инструментальный).

---

## 6. Ключи и критерии оценивания

**Ответы к тестовым заданиям (Вариант 1):** 1-3; 2-1; 3-4; 4-1; 5-1; 6-2; 7-3; 8-2; 9-1; 10-2; 11-4; 12-4; 13-1; 14-2; 15-3; 16-1; 17-2; 18-3; 19-1; 20-2; 21-2; 22-3; 23-1; 24-3; 25-3.

*(Оценивание: 1 балл за каждый верный ответ. Максимум 25 баллов).*

**Ответы к заданиям на соответствие:**

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

**Критерии оценивания Ситуационных задач (Кейсов):** Максимум — 10 баллов за каждый кейс.

- **8-10 баллов (Отлично):** Студент верно выбирает метод (в Кейсе 1: вольтамперометрия/полярография, так как  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  имеют разные потенциалы восстановления; в Кейсе 2: аргентометрия для  $\text{Cl}^-$  и турбидиметрия для  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Грамотно описывает химизм, помехи и способы пробоподготовки (фильтрация, разбавление).
- **5-7 баллов (Хорошо):** Студент понимает суть проблемы, предлагает верные пути решения, но допускает неточности в названиях методов или не учитывает специфику металлургической матрицы (например, забывает про мешающее влияние других ионов).
- **3-4 баллов (Удовлетворительно):** Понимание проблемы поверхностное. Решения носят общий характер («нужно титровать», «использовать спектрометр») без химического обоснования.
- **0-2 баллов (Неудовлетворительно):** Неверное понимание сути кейса, предложение методов, неприменимых в данных условиях.