

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

«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Неорганическая химия»

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.г.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Черемисин

(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

¹ 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 *Неорганическая химия* 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 *Неорганическая 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: ОПК-1 **Содержание:** Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания.

Индикаторы достижения:

ОПК-1.1. Понимает фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин и применяет их для анализа химических процессов в металлургии.

ОПК 1.2. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин при решении стандартных задач в профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные законы и теории неорганической химии, строение атома и периодический закон;
- химические свойства s-, p- и d-элементов, особенно цветных металлов (Cu, Ni, Zn, Al, Pb и др.);
- принципы протекания окислительно-восстановительных реакций и электрохимических процессов, лежащих в основе гидро- и электрометаллургии;
- свойства растворов электролитов и комплексных соединений, применяемых при выщелачивании руд.

Уметь:

- составлять уравнения химических реакций, характерных для металлургических переделов (обжиг, восстановление, электролиз);
- рассчитывать стехиометрические соотношения, выход продукта и степень окисления элементов в соединениях;
- прогнозировать направление протекания химических процессов на основе термодинамических данных;
- выбирать методы защиты металлургического оборудования от химической и электрохимической коррозии.

Владеть:

- навыками расчета параметров химических процессов (концентрации, pH, потенциалы);
- методами анализа вещественного состава минерального сырья;
- приемами оценки влияния химических факторов на эффективность извлечения цветных металлов.

2. Паспорт фонда оценочных средств

Раздел 1. Основные законы химии. Строение атома и химическая связь.

- Формируемая компетенция: ОПК-1
- Оценочные средства: Конспект, тестовые задания.
- Показатели оценки: Наличие конспекта, успешное решение теста.

Раздел 2. Химическая термодинамика, кинетика и химическое равновесие.

- Формируемая компетенция: ОПК-1
- Оценочные средства: Собеседование, тестовые задания.

- Показатели оценки: Объем знаний по теме, понимание факторов, смещающих равновесие.

Раздел 3. Растворы. Равновесия в растворах электролитов.

- Формируемая компетенция: ОПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания, расчетные задачи.
- Показатели оценки: Корректность расчетов концентраций и констант диссоциации.

Раздел 4. Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы.

- Формируемая компетенция: ОПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания, расчетные задачи.
- Показатели оценки: Умение составлять электронный баланс, расчет ЭДС гальванического элемента.

Раздел 5. Химия элементов (Неметаллы и Металлы). Комплексные соединения.

- Формируемая компетенция: ОПК-1
- Оценочные средства: Собеседование, тестовые задания.
- Показатели оценки: Знание специфических свойств металлов и их соединений, применяемых в цветной металлургии.

Промежуточная аттестация (Зачет с оценкой / Экзамен).

- Формируемая компетенция: ОПК-1
- Оценочные средства: Комплексный экзаменационный билет (тест + расчетная задача).
- Показатели оценки: Комплексная оценка теоретических знаний и практических навыков решения задач.

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

Форма промежуточной аттестации: Экзамен (2 семестр), Зачет с оценкой (1 семестр).

Сроки выполнения: В соответствии с учебным графиком.

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

- **0 – 64 %** – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень, дисциплина не освоена).
- **65 – 74 %** – «удовлетворительно» (пороговый минимальный уровень, есть неточности в расчетах или терминах).
- **75 – 84 %** – «хорошо» (средний уровень, уверенное владение материалом, незначительные ошибки).
- **85 – 100 %** – «отлично» (высокий уровень, глубокое понимание процессов, безошибочные расчеты).

Критерии оценки текущих заданий:

- **Расчетная задача:** 5 баллов (2 балла за правильную формулу/уравнение, 2 балла за ход решения, 1 балл за верный ответ с единицами измерения).
- **Тест:** 1 балл за каждый верный ответ.

4. Типовые контрольные задания и материалы для оценки знаний

4.1. Темы для конспектирования и собеседования

1. Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атомов d-элементов (медь, никель, цинк).
2. Термодинамический критерий самопроизвольного протекания металлургических реакций (энергия Гиббса).
3. Принцип Ле Шателье и его применение для управления выходом продукта в химических реакторах.
4. Гидролиз солей цветных металлов и методы его подавления в гидрометаллургии.
5. Электролиз расплавов и водных растворов: законы Фарадея, процессы на катоде и аноде.

- Химическая и электрохимическая коррозия металлов и способы защиты (протекторная, катодная).
- Строение и номенклатура комплексных соединений (лиганды, комплексобразователи, координационное число).

4.2. Темы для курсовых проектов / рефератов

- Электролиз и сферы его применения в современной цветной металлургии.
- Коррозия металлургического оборудования и современные способы борьбы с ней.
- Роль комплексных соединений в процессах выщелачивания упорных руд.
- Окислительно-восстановительные процессы в природе и в металлургических пределах.
- Круговорот металлов в природе и проблемы загрязнения окружающей среды химическими производствами.

4.3. Тестовые задания (Базовый уровень, Вариант 1, фрагмент)

Инструкция: Выберите один правильный ответ.

- Азот в соединениях проявляет степени окисления: А) $-3, +3, +5$; Б) $-3, +1, +2, +3, +4, +5$; В) $-2, +4, +6$; Г) $-1, +1, +3, +5$.
- Формулы высших гидроксидов фосфора и серы находятся в ряду: А) $\text{H}_3\text{PO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$; Б) $\text{H}_3\text{PO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4$; В) $\text{HPO}_3, \text{H}_2\text{SO}_3$; Г) $\text{H}_3\text{PO}_4, \text{H}_2\text{SO}_3$.
- Степень окисления серы в NaHSO_3 равна: А) $+6$; Б) -2 ; В) 0 ; Г) $+4$.
- Для смещения химического равновесия влево в системе $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{г})$, $\Delta H < 0$ необходимо: А) уменьшение концентрации SO_3 ; Б) уменьшение давления; В) уменьшение температуры; Г) увеличение концентрации SO_2 .
- Характерными степенями окисления хлора в его соединениях являются: А) $-3, +3, +5$; Б) $-1, +1, +5, +7$; В) $-2, +4, +6, +8$; Г) $-1, +2, +5$.
- Разбавленная хлороводородная кислота взаимодействует с каждым из двух веществ: А) медью и гидроксидом натрия; Б) магнием и нитратом серебра; В) железом и оксидом кремния (IV); Г) свинцом и нитратом калия.
- В промышленности металлы разделяют на: А) цветные и черные; Б) прокатанные; В) черные; Г) нужные.
- Металлическая связь – это связь между: А) молекулами металлов; Б) атомами и ионами металлов; В) положительными ионами металлов и свободными электронами в кристаллической решетке; Г) положительными ионами металлов и протонами.
- Какой из металлов способен вытеснить водород из воды при комнатной температуре? А) Cu; Б) Fe; В) Na; Г) Ag.
- Щелочные металлы не взаимодействуют с: А) кислотными оксидами; Б) основаниями; В) кислотами; Г) солями.
- Электролизом раствора нельзя получить металл: А) Sn; Б) Pb; В) Cu; Г) Na.
- Какова электронная конфигурация иона калия (K^+): А) $1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$; Б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; В) $1s^2 2s^2 2p^1$; Г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$.
- Оксид алюминия проявляет свойства: А) основные; Б) кислотные; В) амфотерные; Г) восстановительные.
- Образование прочной оксидной пленки не наблюдается для металла: А) натрия; Б) бериллия; В) магния; Г) алюминия.
- Какова электронная конфигурация атома железа: А) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6$; Б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^5$; В) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1 4p^0$; Г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 4p^0$.

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

Блок А. Задания на установление соответствия

Задание 1. Установите соответствие между металлургическим процессом/веществом и его химической характеристикой:

- Оксид алюминия (Al_2O_3).

2. Электролиз расплава хлорида натрия (NaCl).
3. Пирит (FeS₂).
4. Комплексное соединение [Cu(NH₃)₄]SO₄.

А) Используется в качестве сырья для получения серной кислоты, при обжиге выделяет SO₂. Б) Амфотерный оксид, подвергается электролизу в расплаве криолита для получения металла. В) Центральный атом – медь, лиганды – молекулы аммиака, применяется для выщелачивания меди из руд. Г) На катоде выделяется щелочной металл, на аноде – галоген.

Блок Б. Задания на установление правильной последовательности

Задание 2. Установите правильную последовательность стадий гидрометаллургического извлечения цинка из сульфидной руды:

1. Электролитическое осаждение цинка на катоде (электролиз).
2. Окислительный обжиг сульфидной руды с получением оксида цинка (ZnO).
3. Очистка раствора от примесей (медь, кадмий) методом цементации.
4. Выщелачивание обожженного огарка разбавленной серной кислотой с получением раствора сульфата цинка.

Блок В. Ситуационные задачи (Кейсы для металлургов)

Кейс 1. Коррозия оборудования при кислотном выщелачивании

На гидрометаллургическом заводе при выщелачивании медных руд разбавленной серной кислотой наблюдается ускоренная коррозия стальных насосов и трубопроводов. В растворе также присутствуют ионы Fe³⁺. *Вопросы:*

1. Какой тип коррозии преобладает в данных условиях (химическая или электрохимическая)? Обоснуйте.
2. Напишите уравнения анодного и катодного процессов разрушения железа в кислой среде.
3. Предложите два метода защиты оборудования (например, выбор материала, ингибиторы или электрохимическая защита).

Кейс 2. Оптимизация электролиза

При электролитическом рафинировании черновой меди анод содержит примеси цинка, железа и благородных металлов (золото, серебро).

Вопросы:

1. Что будет происходить с примесями цинка и железа на аноде и катоде, учитывая их положение в электрохимическом ряду напряжений металлов относительно меди?
2. Где и в каком виде будут накапливаться золото и серебро в процессе электролиза?
3. Почему для электролита выбирают раствор сульфата меди, подкисленный серной кислотой, а не хлорид или нитрат?

6. Ключи и критерии оценивания

Ответы к тестовым заданиям (Базовый уровень, вопросы 1-15, Вариант 1): 1-Б; 2-Б; 3-Г; 4-Б; 5-Б; 6-Б; 7-А; 8-В; 9-В; 10-Б; 11-Г; 12-Б; 13-В; 14-А; 15-Г. (*Оценивание: 1 балл за каждый верный ответ*).

Ответы к заданиям на соответствие и последовательность:

- **Задание 1:** 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В. (*2 балла за полное соответствие, 1 балл за одну ошибку*).
- **Задание 2:** Правильная последовательность: 2, 4, 3, 1. (*2 балла за безупречную последовательность, 1 балл при сдвиге на один шаг*).

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

- **8-10 баллов (Отлично):** Студент верно определяет тип коррозии/процесса, безошибочно записывает уравнения реакций (включая электронный баланс), предлагает технически грамотные и экономически обоснованные методы решения проблемы, специфичные для цветной металлургии.

- **5-7 баллов (Хорошо):** Студент понимает суть проблемы, предлагает верные пути решения, но допускает неточности в уравнениях реакций или не учитывает все аспекты задачи (например, забывает про роль ионов Fe^{3+} как деполяризатора).
- **3-4 балла (Удовлетворительно):** Понимание проблемы поверхностное. Решения носят общий характер («нужно покрасить», «заменить насос») без химического обоснования.
- **0-2 балла (Неудовлетворительно):** Неверное понимание сути кейса, предложение решений, которые усугубят технологический процесс или нарушат технику безопасности.