

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

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

***«Современные проблемы металлургии и материаловедения»***

**Факультет:** Горно-технологический (ГТФ)

**Направление подготовки:** 22.04.02 «Металлургия»

**Направленность (профиль):** Металлургия цветных металлов

**Уровень образования:** магистратура

**Кафедра** «Металлургии, машин и оборудования»  
наименование кафедры

**Разработчик ФОС:**

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

<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 *Современные проблемы металлургии и материаловедения* для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия на основе Рабочей программы дисциплины *Современные проблемы металлургии и материаловедения*, 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, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы  
Компетенции и индикаторы их достижения

Универсальные компетенции

УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

- УК-5.1. (Знать) Особенности межкультурного профессионального взаимодействия в условиях различных этнических, религиозных и корпоративных ценностных систем в международной металлургической отрасли.
- УК-5.2. (Уметь) Определять цели и задачи профессионального взаимодействия, выявлять возможные проблемные ситуации при внедрении зарубежных гидро- и электрометаллургических технологий, адаптировать лучшие мировые практики с учетом локальных условий.
- УК-5.3. (Владеть) Навыками анализа международной нормативно-технической документации, ведения профессиональной коммуникации и решения кейсовых задач в мультикультурных производственных коллективах.

2. Паспорт фонда оценочных средств

Тема 1. Основные методы гидрометаллургической переработки рудного сырья

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Составление систематизированного списка литературных источников, тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

Тема 2. Классификация экстрагентов

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Конспект, тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

Тема 3. Основные методы электрометаллургической переработки рудного сырья

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Собеседование, тестовые задания
- Форма оценивания: Устно / Письменно

#### Тема 4. Закономерности реальных процессов экстракции

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания, решение ситуационных задач
- Форма оценивания: Письменно

#### Тема 5. Экстракция катионообменными, анионообменными экстрагентами и их смесями

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

#### Тема 6. Ионитные процессы

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

#### Тема 7. Проблемы, возникающие при переработке руд цветных металлов гидрометаллургическими методами, и способы нахождения необходимых решений

- Формируемая компетенция: УК-5
- Наименование оценочного средства: Кейсовое задание, тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно / Устно (защита)

### 3. Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)

#### Перечень и шкалы оценивания

##### 1. Текущий контроль качества

- Тестовые задания и конспекты: Шкала оценивания — «Зачтено / не зачтено». Критерии: наличие конспекта, правильность решения теста (порог 75%).
- Собеседование: Шкала оценивания — «Достигнут / не достигнут пороговый уровень». Критерии: объем и глубина знаний по данной теме, умение аргументировать ответ.

##### 2. Промежуточная аттестация (Экзамен / Зачет с оценкой)

- Решение кейсового задания и итоговое тестирование: Шкала оценивания — 4-балльная (от 2 до 5).
- Критерии выставления оценки:
  - «Отлично» (5): 85–100% от максимально возможной суммы баллов. Глубокое понимание гидро- и электрометаллургических процессов, безупречное выполнение заданий, умение применять знания для решения комплексных производственных задач.
  - «Хорошо» (4): 75–84% баллов. Полное знание материала с незначительными неточностями в трактовке технологических схем или классификаций.
  - «Удовлетворительно» (3): 65–74% баллов. Знание основного материала, допущение ошибок в сложных вопросах, требующих помощи преподавателя для их устранения.
  - «Неудовлетворительно» (2): 0–64% баллов. Незнание базовых понятий гидро- и электрометаллургии, принципиальные ошибки в понимании технологических процессов.

#### 4. Типовые контрольные задания и материалы для оценки знаний, умений, навыков

##### 4.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Темы для конспектов и собеседований:

1. Сравнительный анализ классических и автогенных гидрометаллургических процессов переработки сульфидного сырья.
2. Международные стандарты безопасности и экологии при электролитическом рафинировании цветных металлов.
3. Особенности корпоративной культуры и управления персоналом на международных горно-металлургических проектах.

Критерии оценки текущего контроля:

- «Зачтено»: Материал изложен логично, использованы актуальные научные и нормативные источники, студент уверенно отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует понимание специфики процессов.
- «Не зачтено»: Поверхностное изложение, отсутствие систематизации, незнание базовых определений (например, отличие экстракции от цементации).

##### 4.2 Задания для промежуточной аттестации (Экзамен)

Спецификация комплекта оценочных материалов

- Общее количество заданий: 15.

- Распределение по типам и уровням сложности:
  - Задания с выбором одного верного ответа (Базовый уровень): 3 шт.
  - Задания с выбором нескольких верных ответов (Продвинутый уровень): 3 шт.
  - Задания на установление соответствия (Продвинутый уровень): 3 шт.
  - Задания на установление последовательности (Экспертный уровень): 2 шт.
  - Задания открытого типа (кейс/развернутый ответ) (Экспертный уровень): 4 шт.

#### Тестовые задания

##### *Блок А. Задания с выбором одного верного ответа (Базовый уровень)*

1. Способ Байера в гидрометаллургии преимущественно используют при производстве: а) Штейна б) Раствора сульфата цинка в) Глинозема г) Оксида тантала
2. Название самого распространенного процесса выщелачивания золота: а) Агитация б) Цементация в) Цианирование г) Перколяция
3. Какой процесс в электрометаллургии называют «внутренним электролизом»? а) Электролитическое рафинирование б) Электроэкстракция в) Цементация г) Электродиализ

##### *Блок Б. Задания с выбором нескольких верных ответов (Продвинутый уровень)*

4. Основные этапы гидрометаллургического производства включают (выберите 3 верных варианта): а) Подготовка материала к выщелачиванию и собственно выщелачивание б) Пирометаллургический обжиг в кипящем слое в) Разделение твердой и жидкой фаз г) Выделение из растворов чистых соединений (цементация, экстракция, электролиз)
5. Какими свойствами должны обладать обязательные характеристики эксперимента в гидрометаллургии? (Выберите 2 верных варианта) а) Валидность б) Спонтанность в) Надежность г) Субъективность
6. К катионообменным экстрагентам НЕ относятся (выберите 2 верных варианта): а) Кислоты жирного ряда и их соли б) Четвертичные аммониевые основания (ЧАО) в) Нафтенновые кислоты г) Триоктиламин (ТОА)

##### *Блок В. Задания на установление соответствия (Продвинутый уровень)*

7. Установите соответствие между металлом и основным промышленным способом его гидрометаллургического извлечения: А) Аллюминий Б) Золото В) Цинк
  1. Выщелачивание серной кислотой с последующим электролизом
  2. Щелочное выщелачивание (процесс Байера)
  3. Цианирование с последующей сорбцией или цементацией

8. Установите соответствие между типом экстрагента и его химической природой: А) Нейтральные экстрагенты Б) Анионообменные экстрагенты В) Катионообменные экстрагенты
1. Кислоты жирного ряда, нафтеновые кислоты
  2. Органические соединения с активными атомами, обладающими донорной способностью (например, ТБФ)
  3. Четвертичные аммониевые основания (ЧАО), амины
9. Установите соответствие между понятием и его определением в ионитных процессах: А) Емкость ионообменной смолы Б) Регенерация В) Противоионы
1. Процесс восстановления рабочей способности смолы после истощения.
  2. Количество ионов, которое может поглотить единица объема или массы смолы.
  3. Подвижные ионы в смоле, способные к обмену с ионами раствора.

*Блок Г. Задания на установление последовательности (Экспертный уровень)*

10. Установите правильную технологическую последовательность основных стадий гидрометаллургической схемы получения металлов: А) Выделение из растворов чистых соединений (электролиз, цементация) Б) Подготовка материала к выщелачиванию (например, обжиг или измельчение) В) Разделение твердой и жидкой фаз (сгущение, фильтрация) Г) Собственно выщелачивание (перевод металла в раствор)
11. Установите логическую последовательность действий при решении проблемы загрязнения растворов органическими веществами в цикле электроэкстракции цинка: А) Введение модификаторов поверхности или очистка электролита активированным углем Б) Выявление источника попадания органики (например, некачественные реагенты или флотоконцентрат) В) Контроль качества катодного осадка и снижение энергозатрат Г) Наблюдение падения выхода по току и ухудшения морфологии осадка

*Блок Д. Задания открытого типа с развернутым ответом / Кейсы (Экспертный уровень)*

12. (Кейс) На предприятии внедряется новая технология кучного выщелачивания упорных сульфидных медных руд с применением бактериального окисления. Опишите механизм действия тионовых и железобактерий в этом процессе. Какие экологические проблемы могут возникнуть и как их предотвратить?
13. Объясните физический смысл высокого коэффициента распределения (D) при экстракции. Как это влияет на выбор типа экстрактора (смеситель-отстойник, колонный или центробежный) для данного процесса?
14. Опишите явление поляризации при цементации. Как оно влияет на кинетику процесса и какие технологические приемы используются для его устранения?

15. Сравните преимущества и недостатки пиро- и гидрометаллургических методов переработки полиметаллических руд. В каких случаях гидрометаллургия является безальтернативным выбором?

5. Ключ верных вариантов ответов и критерии оценивания

Ключ к заданиям закрытого типа (Блоки А, Б, В, Г)

*Блок А (по 1 баллу за правильный ответ)*

1. в (Глинозема)
2. в (Цианирование)
3. а (Электролитическое рафинирование)

*Блок Б (по 1 баллу за полный правильный набор, 0 баллов при любой ошибке)* 4. а, в, г 5. а, в 6. б, г (ЧАО и ТОА являются анионообменными)

*Блок В (по 1 баллу за полное правильное соответствие)* 7. А-2, Б-3, В-1 8. А-2, Б-3, В-1 9. А-2, Б-1, В-3

*Блок Г (по 1 баллу за правильную последовательность)* 10. Б → Г → В → А 11. Б → Г → А → В

Ключ и критерии оценивания заданий открытого типа (Блок Д) *Оценивание: до 2 баллов за каждый корректно названный и раскрытый аспект (максимум 4 балла за вопрос).*

*Вопрос 12 (Бактериальное выщелачивание):* Эталонные аспекты:

1. Механизм: бактерии окисляют двухвалентное железо до трехвалентного, а элементарную серу и сульфиды – до серной кислоты, создавая агрессивную среду для растворения сульфидов.
2. Экологические проблемы: образование кислых дренажных вод, выделение SO<sub>2</sub>, загрязнение почв.
3. Решения: герметизация куч, сбор и нейтрализация дренажных вод, рекультивация земель после отработки.

*Вопрос 13 (Коэффициент распределения и экстракторы):* Эталонные аспекты:

1. Высокий коэффициент D означает возможность извлечения металла за 1-2 стадии, что повышает эффективность.
2. Однако если процесс лимитируется скоростью расслоения фаз (продолжительностью разделения), использование смесителей-отстойников снижает общую производительность.
3. В таких случаях применяют центробежные экстракторы, которые устраняют ограничение производительности за счет принудительного и быстрого разделения фаз.

*Вопрос 14 (Поляризация при цементации):* Эталонные аспекты:

1. Суть: осаждение металла на поверхности осадителя создает пленку, которая экранирует активные центры и затрудняет подвод ионов из раствора (концентрационная поляризация) или меняет электрохимический потенциал.
2. Влияние: резкое замедление или полная остановка процесса.
3. Приемы устранения: интенсивное перемешивание, применение осадителей в виде губки или порошка (для увеличения поверхности), добавка поверхностно-активных веществ, контроль температуры.

*Вопрос 15 (Сравнение пиро- и гидрометаллургии):* Эталонные аспекты:

1. Пирометаллургия: высокая производительность, но большие выбросы SO<sub>2</sub>, высокие энергозатраты, потеря летучих компонентов.
2. Гидрометаллургия: высокая селективность извлечения, возможность переработки бедных и упорных руд, меньшие выбросы в атмосферу, но большие объемы жидких отходов.
3. Безальтернативный выбор: переработка упорных золотосодержащих руд, извлечение редких и рассеянных металлов, переработка техногенного сырья с низким содержанием металла.

Итоговый подсчет баллов и перевод в шкалу оценивания:

- Максимальный балл за экзамен: 3 (Блок А) + 3 (Блок Б) + 3 (Блок В) + 2 (Блок Г) + 16 (Блок Д) = 27 баллов.
- Перевод в 4-балльную шкалу (согласно критериям ЗГУ):
  - 23–27 баллов (85–100%) = «Отлично» (5)
  - 20–22 балла (75–84%) = «Хорошо» (4)
  - 18–19 баллов (65–74%) = «Удовлетворительно» (3)
  - Менее 18 баллов (<65%) = «Неудовлетворительно» (2)