

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**

**«Проблемы экологии в металлургии»**

**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.С-Х.Н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

О.В. Носова

(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 **Проблемы экологии в металлургии** 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 **Проблемы экологии в металлургии**, 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**

#### **Профессиональные компетенции**

#### **ПК-1. Способен контролировать и корректировать заданные величины параметров и показателей процессов металлургического производства**

- **ПК-1.4. (Знать)** Нормы экологической безопасности, предельно допустимые выбросы и сбросы, принципы устойчивого развития и ESG-повестки в металлургической отрасли.
- **ПК-1.4. (Уметь)** Контролировать показатели технологических процессов с учетом экологических требований, проводить оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) и разрабатывать природоохранные мероприятия.
- **ПК-1.4. (Владеть)** Методами экологического менеджмента, инструментами «зеленого» финансирования и навыками проведения SWOT-анализа экологических рисков металлургического предприятия.

## **2. Паспорт фонда оценочных средств**

### **Тема 1. Инженерная экология и экологическая безопасность металлургических производств**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Обзор литературных источников, конспект
- Форма оценивания: Письменно

### **Тема 2. Влияние производств цветных металлов на природные системы и основные направления охраны окружающей среды**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Собеседование, конспект
- Форма оценивания: Устно / Письменно

### **Тема 3. Экологическая политика предприятий цветной металлургии и анализ воздействий на окружающую среду (на примере ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»)**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Курсовой проект (КП), решение кейс-задачи
- Форма оценивания: Письменно / Устно (защита)

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

### **Перечень и шкалы оценивания**

#### **1. Текущий контроль качества**

- **Обзор литературы и конспекты:** Шкала оценивания — «Зачтено / не зачтено». Критерии: полнота раскрытия темы, наличие систематизированного списка источников. **Г\* Собеседование:** Шкала оценивания — «Достигнут / не достигнут». Критерии: глубина понимания экологических проблем и знание нормативной базы.

## 2. Промежуточная аттестация (Экзамен)

- **Защита курсового проекта и решение кейс-задачи:** Шкала оценивания — 4-балльная (от 2 до 5).
- **Критерии выставления оценки:**
  - «Отлично» (5): 85–100% от максимально возможной суммы баллов. Глубокое понимание проблем экологии, безупречное выполнение SWOT-анализа, аргументированная защита проектных решений.
  - «Хорошо» (4): 75–84% баллов. Полное знание материала с незначительными неточностями в оценке экологических рисков или расчетах.
  - «Удовлетворительно» (3): 65–74% баллов. Знание основного материала, допущение ошибок в сложных аналитических вопросах, требующих помощи преподавателя.
  - «Неудовлетворительно» (2): 0–64% баллов. Незнание базовых понятий инженерной экологии, принципиальные ошибки в понимании принципов устойчивого развития.

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

### 4.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Темы для обзоров литературы, конспектов и эссе (Модуль ESG и устойчивое развитие):

1. Цели устойчивого развития ООН и концепция ESG: сущность, содержание понятий и взаимосвязи.
2. Внедрение ESG-принципов в России: взаимодействие бизнеса и государства.
3. «Зеленое» финансирование: инструменты, существующая практика и перспективы.
4. Формирование ESG-повестки в компании: концепция, методики и инструменты.
5. Анализ кейсов по внедрению принципов ответственного банкинга и учету ESG-факторов в кредитовании.
6. Трансформация оргструктуры для включения повестки устойчивого развития в регулярную деятельность компании.
7. Ведение бизнеса в условиях радикального изменения климата, раскрытие данных в нефинансовой отчетности.

---

### 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 / Кейсы (Экспертный уровень): 4 шт.

#### Тестовые задания и кейсы

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

1. Какой из перечисленных принципов НЕ является базовым принципом формирования индустриальной экологической системы (ИЭС)? а) Каскадирование энергии и материалов б) Максимальная изоляция предприятия от внешней среды в) Использование локальных ресурсов и отходов г) Постепенность изменений и адаптация к циклам возобновления
2. Что понимается под «экологическим жизненным циклом продукции» в контексте индустриальной экологии? а) Только этап утилизации отходов после использования продукта б) Цепочка взаимосвязанных звеньев от добычи природного сырья до производства, потребления и безопасной утилизации в) Период времени, в течение которого оборудование работает без капитального ремонта г) Время разложения упаковки продукта в естественных условиях

3. Какой основной загрязнитель атмосферы образуется при пирометаллургической переработке сульфидных медно-никелевых руд? а) Оксиды азота (NO<sub>x</sub>) б) Диоксид серы (SO<sub>2</sub>) в) Метан (CH<sub>4</sub>) г) Фреоны

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

4. Какие из перечисленных факторов инициируют проведение экологических изменений на предприятии в рамках традиционного экологического менеджмента? (Выберите 3 верных варианта) а) Природоохранные законодательные акты и ограничения б) Бойкоты со стороны потребителей и негативная реакция СМИ в) Исключительно внутреннее желание акционеров снизить дивиденды г) Международные соглашения (например, по сокращению выбросов)
5. Какие направления входят в ключевые pillars (столпы) концепции ESG? (Выберите 3 верных варианта) а) Environmental (Экология и охрана окружающей среды) б) Social (Социальная политика и развитие человеческого капитала) в) Geological (Геологоразведка и запасы недр) г) Governance (Корпоративное управление)
6. Какие барьеры могут препятствовать практической реализации моделей промышленных экологических систем (ИЭС)? (Выберите 2 верных варианта) а) Высокие первоначальные организационно-технологические издержки на кооперацию б) Противоречие с классическим принципом жесткой рыночной конкуренции между участниками цепи в) Отсутствие солнечной энергии в зимний период г) Невозможность переработки любых видов отходов

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

7. Установите соответствие между принципом природной экосистемы и его аналогом в промышленной экологической системе (ИЭС): А. Каскадирование энергии и рециклирование материала Б. Биоразнообразие В. Локальность
1. Использование локальных возобновимых ресурсов, отходов и вторсырья, учет местных природных факторов.
  2. Использование энергетических и материальных отходов одних предприятий в качестве сырья для других.
  3. Разнообразие участников рынка, их взаимозависимость, сотрудничество и использование разнообразного сырья.
8. Установите соответствие между типом экологического воздействия металлургического производства и его основным источником: А. Загрязнение атмосферного воздуха Б. Загрязнение водных объектов В. Образование техногенных месторождений (твердые отходы)
1. Сброс недостаточно очищенных сточных вод после гидрметаллургических переделов.
  2. Выбросы диоксида серы, пыли и тяжелых металлов из печных агрегатов.
  3. Накопление хвостохранилищ обогатительных фабрик и отвальных шлаков.
9. Установите соответствие между инструментом «зеленого» финансирования и его сутью: А. Зеленые облигации Б. ESG-рейтинги В. Углеродный налог (или система торговли квотами)
1. Оценка деятельности компании по критериям экологической и социальной ответственности для инвесторов.
  2. Экономический механизм, стимулирующий снижение выбросов парниковых газов через плату за них.
  3. Долговой финансовый инструмент, средства от размещения которого направляются исключительно на экологические проекты.

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

10. Установите правильную последовательность этапов оценки жизненного цикла (LCA) металлургической продукции согласно международным стандартам (ISO 14040): А. Оценка воздействия (анализ экологических последствий инвентаризационных данных) Б. Определение цели и области исследования В.

Интерпретация результатов (формулировка выводов и рекомендаций) Г.  
Инвентаризационный анализ (сбор данных о потоках материалов и энергии)

11. Установите логическую последовательность действий предприятия при переходе к модели индустриальной экологической системы (ИЭС): А. Углубление кооперации с региональными поставщиками и потребителями отходов Б. Аудит собственных материальных и энергетических потоков с целью выявления точек образования отходов В. Интеграция принципов каскадирования энергии и постепенности изменений в стратегию развития Г. Поиск партнеров в регионе, чьи отходы могут стать сырьем, а чье сырье – нашими отходами

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

12. (Кейс на основе материалов ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»). Проведите фрагмент SWOT-анализа экологической политики крупного металлургического комбината, расположенного в Арктической зоне. Укажите по 2 сильные стороны (Strengths) и 2 угрозы (Threats), специфичных для данного региона и отрасли.
13. (Аналитическая задача). В тексте кейса указано, что «вторичное использование энергии, применяемое человеком, не является природным принципом... синергия между видами дестабилизирует экологию». Опишите контраргументы сторонников индустриальной экологии, объясняющие, почему, несмотря на эти ограничения, внедрение принципов ИЭС (каскадирование, кооперация) все равно является необходимым шагом для устойчивого развития.
14. (Расчетно-аналитическая задача). Предприятие планирует внедрить систему оборотного водоснабжения. Текущий забор свежей воды составляет 1000 м<sup>3</sup>/сутки, сброс сточных вод – 800 м<sup>3</sup>/сутки. После внедрения системы забор снизится до 300 м<sup>3</sup>/сутки, а сброс – до 100 м<sup>3</sup>/сутки. Рассчитайте процент снижения водопотребления и водоотведения. Как это повлияет на экологические платежи предприятия?
15. (Проектная задача). Опишите механизм формирования «экологического следа» при производстве 1 тонны первичного алюминия по сравнению с 1 тонной вторичного алюминия. Какие стадии жизненного цикла вносят наибольший вклад в углеродные выбросы при производстве первичного алюминия, и как концепция циркулярной экономики решает эту проблему?

## **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. б (Максимальная изоляция противоречит принципу кооперации и обмена ресурсами)
2. б (Цепочка от добычи до утилизации)
3. б (Диоксид серы (SO<sub>2</sub>))

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

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

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

**Ключ и критерии оценивания заданий открытого типа (Блок Д) Оценивание: до 2 баллов за каждый корректно названный и обоснованный аспект (максимум 2 балла за вопрос, всего 8 баллов за блок).**

*Вопрос 12 (SWOT-анализ для Арктической зоны):* Эталонные аспекты:

- Сильные стороны (S): Наличие собственных мощных программ модернизации (например, «Серный проект»), переход на замкнутый цикл водоснабжения, высокий потенциал использования гидроэнергии.
- Угрозы (Т): Хрупкость арктических экосистем (медленная самовосстанавливаемость), ужесточение международного экологического законодательства и риск введения трансграничного углеродного налога (СВАМ),

высокие затраты на ликвидацию накопленного экологического ущерба. *Критерии:* 1 балл за корректные S, 1 балл за корректные T с привязкой к региону.

*Вопрос 13 (Контраргументы в пользу ИЭС):* Эталонные аспекты:

1. Даже если полная замкнутость невозможна (второй закон термодинамики), каскадирование значительно снижает объем конечных отходов и потребность в первичном сырье.
2. Кооперация и синергия позволяют превратить издержки одного предприятия (отходы) в доходы другого, создавая экономическую мотивацию для экологизации, что эффективнее изолированного экологического менеджмента.
3. Принцип постепенности позволяет адаптировать инфраструктуру без шоковых экономических потерь, двигаясь к идеальной модели шаг за шагом. *Критерии:* 1 балл за аргумент о снижении отходов, 1 балл за аргумент об экономической синергии.

*Вопрос 14 (Расчет эффективности водоснабжения):* Эталонные аспекты:

1. Снижение водопотребления:  $(1000 - 300) / 1000 * 100\% = 70\%$ .
2. Снижение водоотведения:  $(800 - 100) / 800 * 100\% = 87,5\%$ .
3. Влияние на платежи: Прямое пропорциональное снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) за забор воды из природных объектов и за сброс загрязняющих веществ, что существенно снижает операционные расходы (ОРЕХ). *Критерии:* 1 балл за верные расчеты, 1 балл за верный вывод о снижении НВОС и ОРЕХ.

*Вопрос 15 (Экослед алюминия и циркулярная экономика):* Эталонные аспекты:

1. Первичный алюминий: наибольший вклад в углеродный след вносит стадия электролиза глинозема (огромное потребление электроэнергии, часто от угольных ТЭЦ) и стадия получения глинозема (байеритный процесс).
2. Вторичный алюминий: требует только переплавки лома, что снижает энергозатраты и выбросы CO<sub>2</sub> примерно на 90-95% по сравнению с первичным производством.
3. Циркулярная экономика решает проблему за счет максимального вовлечения лома в производственный цикл, замыкая материальный поток и исключая энергоемкую стадию электролиза. *Критерии:* 1 балл за указание энергоемких стадий первичного производства, 1 балл за объяснение преимуществ вторичного алюминия и роли циркулярной экономики.

**Итоговый подсчет баллов и перевод в шкалу оценивания:**

- Максимальный балл за экзамен: 3 (Блок А) + 3 (Блок Б) + 3 (Блок В) + 2 (Блок Г) + 8 (Блок Д) = 19 баллов.
- Перевод в 4-балльную шкалу (согласно критериям ЗГУ):
  - 17–19 баллов (85–100%) = «Отлично» (5)
  - 15–16 баллов (75–84%) = «Хорошо» (4)
  - 13–14 баллов (65–74%) = «Удовлетворительно» (3)
  - Менее 13 баллов (<65%) = «Неудовлетворительно» (2)