

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 10:51:25  
Уникальный программный ключ:  
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«Экология металлургического производства»**

**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:

Доцент

(должность, степень, ученое звание)

Кармановская  
Н.В.

(подпись)

(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 *Экология металлургического производства* разработан 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 *Экология металлургического производства*, 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-1 **Содержание:** Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии. **Индикатор достижения:** ПК-1.1. Применяет знания основных закономерностей протекания металлургических процессов для повышения эффективности производства цветных металлов с учетом экологических ограничений.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:** современные экологические проблемы металлургического комплекса; нормативы ПДВ и ПДС; методы расчета загрязнения атмосферы и гидросферы; принципы оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.

**Уметь:** рассчитывать необходимые степени очистки сточных вод и газовых выбросов; оценивать экологичность технологических схем добычи, обогащения и металлургического передела; рассчитывать экономическую эффективность утилизации металлургической пыли.

**Владеть:** методами определения комплексных показателей загрязнения атмосферы; навыками оценки воздействия процессов добычи и обогащения на окружающую среду; приемами расчета разбавления сточных вод.

---

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

**Раздел 1. Цели и задачи экологии металлургического производства. Анализ современных проблем.**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания.
- Показатели оценки: Решение всех тестовых заданий по темам.

**Раздел 2. Концепция и принципы экологии металлургических производств. Влияние предприятий на природные системы.**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания.
- Показатели оценки: Решение всех тестовых заданий по темам.

**Раздел 3. Расчет загрязнения атмосферы и комплексных показателей загрязнения.**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания, расчетные задачи.
- Показатели оценки: Решение тестов, корректность расчетов рассеивания выбросов.

#### **Раздел 4. Очистка сточных вод и расчет разбавления. Оценка степени нейтрализации кислотности.**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания, расчетные задачи.
- Показатели оценки: Решение тестов, умение рассчитывать необходимую степень очистки.

#### **Раздел 5. Оценка экономичности переработки пыли и экономического ущерба загрязнения окружающей среды.**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания, ситуационные кейсы.
- Показатели оценки: Решение тестов, грамотная оценка эколого-экономической эффективности.

#### **Раздел 6. Воздействия процессов добычи и обогащения на окружающую среду.**

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Оценочные средства: Тестовые задания.
- Показатели оценки: Решение всех тестовых заданий по темам.

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

- Формируемая компетенция: ПК-1
- 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».
- 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 для промежуточной аттестации).
  - **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 восстановленный Вариант 1 (25 вопросов). Полный банк тестов (Варианты 2-5) и сводная матрица ответов хранятся на кафедре.

##### Вариант 1

1. Санитарно-защитная зона (СЗЗ) металлургического предприятия предназначена для: А) Размещения новых производственных цехов. Б) Снижения воздействия шума, запахов и выбросов на жилую застройку до нормативных значений. В) Хранения готовой продукции. Г) Очистки сточных вод.
2. Какой документ посвящен ограничению трансграничного перемещения опасных отходов (включая металлургические шламы): А) Монреальский протокол. Б) Базельская конвенция. В) Киотский протокол. Г) Парижское соглашение.
3. Содержащиеся в атмосфере пары воды, метан, углекислый газ, озон, оксиды азота и другие газы, выбрасываемые в т.ч. при сжигании топлива в печах, вызывают: А) «Парниковый эффект». Б) Разрушение озонового слоя. В) Кислотные дожди. Г) Фотохимический туман.
4. Что является основой биотического круговорота веществ в биосфере: А) Сосуществование различных организмов, использующих продукты жизнедеятельности друг друга. Б) Деятельность человека. В) Вулканическая активность. Г) Солнечная радиация.
5. Какой из разделов экологии изучает закономерности взаимодействия живого организма с окружающей средой (в т.ч. влияние токсикантов на гидробионтов): А) Аутэкология. Б) Демэкология. В) Синэкология. Г) Глобальная экология.
6. На рисунке показана смена биоценозов, которые сформировались на первоначально свободном субстрате (например, на отвале пустой породы). Данный процесс называется: А) Первичной сукцессией. Б) Вторичной сукцессией. В) Деградацией. Г) Пролиферацией.
7. Совместное проживание двух видов, полезное для одного вида и безразличное для другого (например, обрастание труб водорослями), называется: А) Аменсализмом. Б) Комменсализмом. В) Мутуализмом. Г) Паразитизмом.
8. К основным мероприятиям, применяемым для защиты поверхностных вод от загрязнения металлургическими стоками, относится: А) Очистка сточных вод и создание замкнутых циклов водоснабжения. Б) Увеличение глубины забора воды. В) Нагрев сбрасываемых вод. Г) Добавление коагулянтов прямо в реку.
9. Что по учению В. И. Вернадского понимается под «биогенным веществом биосферы»: А) Совокупность живых организмов. Б) Вещество, создаваемое и перерабатываемое живыми организмами (уголь, торф, известняк). В) Вещество, созданное из неживой материи. Г) Космическая пыль.
10. Биотический круговорот в отличие от геологического: А) Осуществляется без затрат энергии. Б) Осуществляется за счет энергии Солнца и деятельности живых организмов. В) Происходит только в литосфере. Г) Не затрагивает атмосферный воздух.
11. Какой метод газоочистки на металлургических заводах основан на способности атомов и молекул жидкости притягивать и удерживать атомы и молекулы газов с химическим взаимодействием: А) Абсорбция. Б) Адсорбция. В) Хемосорбция. Г) Конденсация.

12. В каких аппаратах применяется гравитационный механизм осаждения частиц пыли из газовых выбросов печей: А) Пылеосадительные камеры. Б) Электрофильтры. В) Скрубберы Вентури. Г) Тканевые фильтры.
13. Процесс рекуперации пыли, уловленной из отходящих газов металлургического производства, подразумевает: А) Ее захоронение на полигоне. Б) Возврат в технологический процесс в качестве сырья (например, возврат пылей в агломерацию). В) Сжигание в специальных печах. Г) Растворение в воде.
14. Опасность загрязнения атмосферы существует, если: А) Показатель опасности загрязнения атмосферы  $\leq 1$ . Б) Фактическая концентрация загрязняющего вещества превышает ПДК. В) Скорость ветра превышает 5 м/с. Г) Атмосферное давление падает.
15. В России, согласно Федеральному закону «Об особо охраняемых природных территориях», выделяют категорий ООПТ: А) Три. Б) Четыре. В) Пять. Г) Семь.
16. На схеме показаны \_\_\_\_\_ экологического права: А) Субъекты. Б) Объекты. В) Источники. Г) Нормы.
17. ПДК среднесуточная загрязняющего вещества в атмосфере устанавливается для: А) Предотвращения хронического (длительного) воздействия на организм человека. Б) Острых реакций организма при кратковременном воздействии. В) Защиты растений. Г) Оценки выбросов от автотранспорта.
18. Нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) металлургических предприятий пересматриваются не реже одного раза в: А) 1 год. Б) 3 года. В) 5 лет. Г) 10 лет.
19. Какое свойство металлов делает их особо опасными при накоплении в донных отложениях хвостохранилищ: А) Способность к быстрому биологическому разложению. Б) Способность к биоаккумуляции и биомагнификации в пищевых цепях. В) Высокая летучесть при комнатной температуре. Г) Растворимость в органических растворителях.
20. Экономический ущерб от загрязнения окружающей среды металлургическим комбинатом включает в себя: А) Только штрафы от государства. Б) Затраты на очистку, потери в сельском и лесном хозяйстве, ущерб здоровью населения. В) Только стоимость утраченных основных фондов. Г) Амортизационные отчисления.
21. Какой показатель используется для оценки необходимой степени очистки сточных вод перед сбросом в водоем: А) ПДКр.х. (предельно допустимая концентрация для рыбохозяйственных водоемов). Б) ПДКсс (среднесуточная). В) ОБК (общее бактериальное число). Г) Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).
22. Кислотные шахтные воды, образующиеся при окислении сульфидных руд, требуют обязательной нейтрализации. Какой реагент используется для этого чаще всего: А) Соляная кислота. Б) Неорганические щелочи (известь, сода). В) Хлор. Г) Сульфат алюминия.
23. Оценка экономичности переработки пыли, содержащей цветные металлы, базируется на: А) Стоимости захоронения пыли на полигоне. Б) Стоимости извлеченных из пыли ценных компонентов (Cu, Ni, Co, Pb) минус затраты на переработку. В) Массе пыли. Г) Количестве сожженного топлива.
24. Воздействие процессов обогащения на окружающую среду связано преимущественно с: А) Выбросами радиоактивных газов. Б) Образованием пылевых аэрозолей, шумом и необходимостью создания хвостохранилищ. В) Тепловым загрязнением термосферы. Г) Истощением стратосферного озона.

25. Замкнутые системы водоснабжения на металлургических комбинатах позволяют: А) Полностью исключить потребление воды. Б) Резко сократить забор свежей воды из природных источников и предотвратить сброс загрязненных стоков. В) Увеличить температуру воды в реках. Г) Снизить себестоимость продукции за счет отказа от насосов.
- 

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

Данные задания предназначены для оценки сформированности компетенции ПК-1 на высшем уровне, с учетом реальной практики предприятий цветной металлургии.

### Блок А. Задания на установление соответствия

**Задание 1. Установите соответствие между видом антропогенного воздействия металлургического предприятия и его экологическим последствием:**

1. Выбросы диоксида серы (SO<sub>2</sub>) и оксидов азота (NO<sub>x</sub>) из труб плавильных цехов.
2. Сброс неочищенных сточных вод с ионами тяжелых металлов (Cu, Ni, Zn) в водоемы.
3. Образование отвалов пустой породы и хвостохранилищ сульфидных руд.
4. Тепловое загрязнение водоемов оборотными водами охлаждения.

А) Накопление токсичных металлов в донных отложениях и пищевых цепях, гибель бентоса. Б) Изменение термического режима, снижение растворимости кислорода в воде, «цветение» воды. В) Образование кислотных дождей, закисление почв, повреждение хвойных лесов тайги. Г) Занятие огромных площадей земель, риск прорывов дамб, пыление и образование кислотного дренажа.

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

**Кейс 1. Утилизация сернистого газа и экономический ущерб** Медно-никелевый комбинат использует технологию плавки в печи Ванюкова. Несмотря на высокую степень улавливания серы (98%), остаточные выбросы диоксида серы (SO<sub>2</sub>) создают значительную нагрузку. Руководство рассматривает два варианта решения проблемы: *Вариант А:* Строительство цеха по производству товарной серной кислоты из хвостовых газов. *Вариант Б:* Установка известковой очистки (скрубберы) с получением гипса, который складировается в отвал. *Вопросы:*

1. Какой из вариантов соответствует принципам наилучших доступных технологий (НДТ) и безотходного производства? Обоснуйте с точки зрения экологии и экономики (учитывая понятие экономического ущерба и рекуперации).
2. Как рассчитать предотвращенный экономический ущерб при переходе на Вариант А?

**Кейс 2. Экология хвостохранилищ и кислотный дренаж** В зоне деятельности обогатительной фабрики расположено старое хвостохранилище, содержащее отходы обогащения сульфидных медно-никелевых руд (пирротин, пирит). Из-за нарушения целостности противофильтрационного экрана началось просачивание вод в подземные горизонты. Вода в мониторинговых скважинах имеет pH = 3.2 и высокую концентрацию ионов меди и никеля. *Вопросы:*

1. Объясните химизм образования кислотного дренажа в данном хвостохранилище (напишите уравнение окисления пирита).
  2. Какие инженерно-экологические мероприятия необходимо провести для локализации загрязнения и нейтрализации кислотности (методы ремедиации)?
-

## 6. Ключи и критерии оценивания

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

**Ответы к заданиям на соответствие:**

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

**Критерии оценивания Ситуационных задач (Кейсов):** Максимум — 15 баллов за каждый кейс.

- **12-15 баллов (Отлично):** Студент демонстрирует глубокое понимание специфики цветной металлургии. В Кейсе 1 верно обосновывает, что производство серной кислоты (Вариант А) обеспечивает рекуперацию и предотвращает экономический ущерб, в отличие от складирования гипса. В Кейсе 2 грамотно описывает механизм окисления сульфидов с образованием  $H_2SO_4$ , предлагает методы локализации (противофильтрационные экраны, известкование, создание биореакторов с сульфатредуцирующими бактериями).
- **8-11 баллов (Хорошо):** Студент понимает суть проблемы, предлагает верные пути решения, но допускает неточности в терминологии или не учитывает экономические аспекты (например, забывает про стоимость товарной серной кислоты).
- **5-7 баллов (Удовлетворительно):** Понимание проблемы поверхностное. Решения носят общий характер («нужно поставить фильтры», «нужно закопать отходы») без химического и инженерного обоснования.
- **0-4 баллов (Неудовлетворительно):** Неверное понимание сути кейса, игнорирование вопросов промышленной экологии и законодательства РФ.