

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**

***«Экономическая оценка технических решений 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 *Экономическая оценка технических решений 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 *Экономическая оценка технических решений 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-2. Способен определять объекты для использования прогрессивных технологий в металлургическом производстве**

- **ПК-2.2. (Оценивает)** экономическую целесообразность применения технологических процессов в металлургии, владеет методами расчета капитальных (CAPEX) и операционных (OPEX) затрат, расчета показателей коммерческой эффективности инвестиционных проектов (NPV, IRR, PI, DPP) и учета производственных рисков.

#### **Паспорт фонда оценочных средств**

#### **Тема 1. Инвестиционный анализ и структура затрат в металлургических проектах (CAPEX/OPEX)**

- Формируемая компетенция: ПК-2
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания, разбор кейсов
- Форма оценивания: Письменно / Устно

#### **Тема 2. Методы оценки коммерческой эффективности технических решений (NPV, IRR, PI, DPP)**

- Формируемая компетенция: ПК-2
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания, расчетные задачи
- Форма оценивания: Письменно

#### **Тема 3. Себестоимость продукции и ценообразование в металлургии**

- Формируемая компетенция: ПК-2

- Наименование оценочного средства: Тестовые задания, собеседование
- Форма оценивания: Письменно / Устно

#### **Тема 4. Сравнительная экономическая эффективность пирометаллургических и гидрометаллургических схем**

- Формируемая компетенция: ПК-2
- Наименование оценочного средства: Эссе, решение ситуационных задач
- Форма оценивания: Письменно

#### **Тема 5. Учет фактора времени, инфляции и рисков в металлургических проектах**

- Формируемая компетенция: ПК-2
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

#### **Тема 6. Эколого-экономическая оценка технических решений (платежи за выбросы, утилизация шлаков)**

- Формируемая компетенция: ПК-2
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания, кейс-задача
- Форма оценивания: Письменно / Устно

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

### **Перечень и шкалы оценивания**

#### **1. Текущий контроль качества**

- **Тестовые задания по темам:** Шкала оценивания — «Зачтено / не зачтено». Критерии: правильность решения теста (порог 75%).
- **Разбор ситуационных задач и кейсов:** Шкала оценивания — «Достигнут / не достигнут». Критерии: глубина экономического обоснования выбора технологической схемы.

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

- **Итоговое тестирование:** Шкала оценивания — 4-балльная (от 2 до 5).
- **Критерии выставления оценки:**
  - «Отлично» (5): 85–100% от максимально возможной суммы баллов. Глубокое понимание экономических закономерностей, безупречное выполнение расчетных заданий, умение аргументировать выбор технологии.
  - «Хорошо» (4): 75–84% баллов. Полное знание материала с незначительными неточностями в экономических 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 экономики предприятия, принципиальные ошибки в расчетах эффективности.

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

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

##### **Темы для эссе и устных презентаций:**

1. Сравнительная экономическая эффективность автогенной плавки (КИВЦЭТ) и традиционной отражательной плавки: структура CAPEX и OPEX.
2. Влияние степени извлечения драгоценных металлов на чистую приведенную стоимость (NPV) гидрометаллургического передела.
3. Эколого-экономическая оценка внедрения безотходных технологий переработки шлаков цветной металлургии.
4. Методы учета рисков при оценке инвестиционной привлекательности освоения нового медно-никелевого месторождения.

##### **Критерии оценки текущего контроля:**

- **«Зачтено»:** Материал изложен логично, использованы корректные экономические термины и формулы, студент уверенно отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует понимание взаимосвязи технологии и экономики.
- **«Не зачтено»:** Поверхностное изложение, путаница в базовых экономических понятиях (например, смешение переменных и постоянных затрат), отсутствие расчетов или экономического обоснования.

#### **3.2 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 / расчетные кейсы (Экспертный уровень): 4 шт.

## **Тестовые задания**

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

1. Что означает аббревиатура CAPEX в контексте оценки металлургического проекта?  
а) Операционные расходы на реагенты и энергию б) Капитальные затраты на строительство и оборудование в) Чистая приведенная стоимость проекта г) Внутренняя норма рентабельности
2. Какой показатель экономической эффективности учитывает фактор времени путем дисконтирования денежных потоков? а) Простой срок окупаемости (PP) б) Бухгалтерская рентабельность в) Чистая приведенная стоимость (NPV) г) Точка безубыточности
3. Какие затраты в медеплавильном производстве относятся к категории переменных (ОРЕХ)? а) Амортизация обжигово-плавильной камеры б) Расход кварцевого флюса и технического кислорода в) Зарплата административного персонала г) Страховка промышленной площадки

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

4. Какие из перечисленных статей расходов формируют капитальные затраты (CAPEX) при строительстве нового цеха электролиза цинка? (Выберите 3 верных варианта) а) Закупка и монтаж электролизеров б) Расход электроэнергии на тонну катодного цинка в) Проектирование и строительно-монтажные работы (СМР) г) Затраты на пусконаладочные работы д) Зарплата основных производственных рабочих
5. Какие методы используются для анализа рисков при оценке инвестиционных проектов в металлургии? (Выберите 2 верных варианта) а) Анализ чувствительности б) Метод калькуляции себестоимости в) Имитационное моделирование (Монте-Карло) г) Расчет коэффициента ликвидности
6. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на себестоимость при переходе от пирометаллургической схемы к гидрометаллургической? (Выберите 3 верных варианта) а) Снижение затрат на топливо и кислород б) Резкий рост затрат на реагенты и подготовку растворов в) Увеличение капитальных затрат на газоочистку (выбросы SO<sub>2</sub>) г) Изменение структуры потребления электроэнергии

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

7. Установите соответствие между экономическим показателем и его экономическим смыслом: А. NPV (Чистая приведенная стоимость) Б. IRR (Внутренняя норма рентабельности) В. PI (Индекс рентабельности) Г. DPP (Дисконтированный срок окупаемости)
  1. Дисконтированная ставка, при которой NPV проекта равен нулю.
  2. Отношение суммы дисконтированных денежных поступлений к размеру первоначальных инвестиций.

3. Сумма дисконтированных денежных потоков за весь срок жизни проекта.
4. Время, за которое сумма дисконтированных денежных потоков покрывает первоначальные инвестиции.
8. Установите соответствие между видом затрат и его категорией в металлургическом производстве: А. Расход серной кислоты на выщелачивание Б. Амортизационные отчисления от РТП В. Премия инженерно-техническому персоналу цеха Г. Электроэнергия на работу печей Ванюкова
  1. Переменные затраты (зависят от объема выпуска)
  2. Постоянные затраты (не зависят от объема выпуска в краткосрочном периоде)
9. Установите соответствие между металлургическим процессом и его основной статьей операционных затрат (ОРЕХ): А. Электролиз расплава криолит-глиноземной смеси Б. Бактериальное кучное выщелачивание В. Отражательная плавка
  1. Мазут/уголь и флюсы
  2. Электроэнергия
  3. Реагенты и орошение

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

10. Установите правильную последовательность этапов инвестиционного обоснования (ТЭО) нового металлургического передела: А. Разработка финансовой модели и расчет показателей эффективности (NPV, IRR) Б. Проведение маркетингового анализа рынка металлов и прогноз цен В. Инженерные изыскания и выбор технологической схемы Г. Оценка рисков и анализ чувствительности проекта Д. Принятие инвестиционного решения (FID)
11. Установите логическую последовательность расчета чистой приведенной стоимости (NPV) металлургического проекта: А. Определение прогнозных денежных потоков (Cash Flow) по годам проекта Б. Выбор ставки дисконтирования (WACC) с учетом рисков отрасли В. Дисконтирование денежных потоков каждого года к текущему моменту Г. Суммирование дисконтированных потоков и вычитание первоначальных инвестиций (CAPEX)

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

12. (Расчетный кейс). Первоначальные капитальные затраты (CAPEX) на строительство модуля фьюмингования шлаков составляют 1500 млн руб. Ожидаемый ежегодный чистый денежный поток (Net Cash Flow) от реализации цинкового пылевого огарка составляет 375 млн руб. Рассчитайте простой срок окупаемости (PP) проекта. Как изменится срок окупаемости, если учесть ставку дисконтирования 10%? (Достаточно качественного экономического обоснования без точных табличных расчетов).

13. (Аналитический кейс). Предприятие рассматривает два варианта переработки упорного золотосодержащего концентрата: 1) Окислительный обжиг с последующим цианированием (Пирометаллургия + Гидро); 2) Биоокисление в чанах с последующим цианированием (Гидрометаллургия). Укажите, какие ключевые статьи CAPEX и OPEX будут критически отличаться в этих двух схемах, и какой фактор (технологический или экономический) станет определяющим при выборе?
14. (Теоретический кейс). Объясните экономический смысл «Ставки дисконтирования» (Discount Rate) при оценке металлургических проектов. Почему для проектов в сфере добычи и переработки цветных металлов в Арктической зоне она существенно выше, чем для проектов в пищевой промышленности?
15. (Эколого-экономический кейс). Внедрение новой технологии автогенной плавки позволяет сократить выбросы диоксида серы (SO<sub>2</sub>) на 30% и перевести их в товарную серную кислоту. Как именно это повлияет на структуру себестоимости, показатели NPV проекта и экологические платежи предприятия? Опишите механизм трансформации экологических затрат в экономическую выгоду.

#### 4. 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 (Капитальные затраты на строительство и оборудование)
2. в (Чистая приведенная стоимость (NPV))
3. б (Расход кварцевого флюса и технического кислорода)

*Блок Б (по 1 баллу за полный правильный набор, 0 баллов при любой ошибке)* 4. а, в, г (Закупка и монтаж, СМР, Пусконаладка) 5. а, в (Анализ чувствительности, Монте-Карло) 6. а, б, г (Снижение топлива, рост реагентов, изменение электроэнергии)

*Блок В (по 1 баллу за полное правильное соответствие)* 7. А-3, Б-1, В-2, Г-4 8. А-1, Б-2, В-2, Г-1 9. А-2, Б-3, В-1

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

**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 (Срок окупаемости):* Эталонные аспекты:

1. Простой срок окупаемости (PP) = CAPEX / Годовой CF = 1500 / 375 = 4 года.
2. При учете фактора времени (дисконтирования) денежные потоки будущих периодов имеют меньшую текущую стоимость. Следовательно, дисконтированный срок окупаемости (DPP) будет больше 4 лет (примерно 5.5 - 6 лет). *Критерии:* 2 балла за верный расчет PP, 2 балла за верное экономическое обоснование увеличения DPP.

*Вопрос 13 (Пиро vs Биоокисление):* Эталонные аспекты:

1. CAPEX: Биокучи/чаны требуют огромных площадей и длительного времени строительства, но дешевле в капитальном исполнении, чем сложные печи обжига и газоочистка (CAPEX био ниже, но оборотный капитал выше).
2. OPEX: Обжиг требует колоссальных затрат на топливо/кислород и обслуживание газоочистки (высокий OPEX). Биоокисление требует минимум энергии, но требует времени и затрат на поддержание бактериальной культуры, перемешивание.
3. Определяющий фактор: Экологические ограничения (CAPEX на газоочистку обжига) и операционная гибкость. В современных условиях экологические платежи и CAPEX на сернокислотную фабрику часто делают обжиг экономически нецелесообразным. *Критерии:* 2 балла за корректное сравнение CAPEX/OPEX, 2 балла за обоснованный вывод.

*Вопрос 14 (Ставка дисконтирования):* Эталонные аспекты:

1. Смысл: Это цена капитала и минимальная требуемая доходность, отражающая риск невозврата инвестиций и инфляцию.
2. Специфика Арктики: Высокие логистические риски, отсутствие инфраструктуры, суровый климат (коэффициент удорожания), волатильность цен на металлы, длительные сроки строительства. Все это формирует высокую премию за риск, поэтому ставка дисконтирования для арктических металлургических проектов может достигать 15-20%, в отличие от стабильных отраслей (5-8%). *Критерии:* 2 балла за определение ставки, 2 балла за перечисление специфических рисков Арктики.

*Вопрос 15 (Эколого-экономический эффект):* Эталонные аспекты:

1. Снижение экологических платежей: Прямая экономия на плате за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) и штрафных санкциях.
2. Рост CAPEX: Требуются первоначальные вложения в сернокислотную фабрику (СКФ).
3. Рост доходов: Появление нового товарного продукта (серная кислота), который может быть продан на рынок (например, для гидрометаллургии золота) или использован внутри комбината (замещение покупной серной кислоты).
4. Влияние на NPV: Несмотря на рост CAPEX, снижение OPEX (за счет экономии реагентов и отсутствия штрафов) и рост выручки приводят к значительному увеличению чистого денежного потока и, как следствие, росту NPV проекта. *Критерии:* 2 балла за указание механизма снижения платежей/роста выручки, 2 балла за обоснование влияния на NPV.

**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)