

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

**«Общие химические технологии»**

**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:**

К.Г.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Черемисин А.А.

(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 Общие химические технологии разработан для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия на основе Рабочей программы дисциплины Общие химические технологии, 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**

**Код компетенции:** ПК-3 **Содержание:** Использует физико-химическую сущность процессов при производстве цветных металлов. **Индикатор достижения:** ПК-3.1. Применяет знания о термодинамических и кинетических факторах, влияющих на протекание металлургического процесса.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:** основы организации химико-технологических систем (ХТС); критерии эффективности процессов (выход, селективность, степень превращения); принципы водоподготовки и очистки газов; основы химической кинетики и типы реакторов.

**Уметь:** рассчитывать материальные балансы, степень обогащения сырья, показатели жесткости воды; анализировать схемы подготовки сырья и утилизации отходов.

**Владеть:** методами выбора оптимальных массообменных процессов (абсорбция, ректификация, экстракция); навыками расчета кинетических параметров и расхода реагентов.

---

## **2. ПАСПОРТ ФОС И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

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

#### **Раздел 1. Химико-технологическая система (ХТС) и критерии эффективности.**

1. Формируемая компетенция: ПК-3
2. Оценочные средства: Тестовые задания, открытые вопросы.

#### **Раздел 2. Сырье, вода и газы в химической технологии.**

1. Формируемая компетенция: ПК-3
2. Оценочные средства: Задания на соответствие, расчетные задачи.

#### **Раздел 3. Химическая кинетика, реакторы и массообменные процессы.**

1. Формируемая компетенция: ПК-3
2. Оценочные средства: Задания на установление последовательности, ситуационные кейсы.

### **3. Технологическая карта и критерии оценивания**

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет. **Пороговый (минимальный) уровень:** 75 % от максимально возможной суммы баллов.

**Шкала оценивания (процент от максимальной суммы баллов):**

1. 0 – 74 % – «Незачет».
2. 75 – 100 % – «Зачет».

**Критерии оценки результатов обучения:** Зачет выставляется при успешной сдаче студентом всех типовых контрольных заданий, набравшем не менее 75% от общего количества баллов.

---

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (ВАРИАНТ 1)**

#### **Блок 1. Тестовые задания с выбором одного правильного ответа**

1. То, насколько полно используется исходное сырье в химико-технологическом процессе, показывает: А) Селективность продукта Б) Выход продукта В) Степень превращения реагента Г) Расходный коэффициент
2. Временная жесткость воды обусловлена: А) Наличием в воде сульфатов, хлоридов и силикатов кальция и магния Б) Присутствием наряду с катионами  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  гидрокарбонатных анионов ( $\text{HCO}_3^-$ ) В) Наличием в воде только солей тяжелых металлов
3. Чему равна молярная масса серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )? А) 90 г/моль Б) 98 г/моль В) 104 г/моль Г) 55 г/моль
4. Процесс извлечения одного или нескольких растворенных веществ из одной жидкой фазы другой жидкой фазой, практически несмешивающейся с первой, называется: А) Абсорбция Б) Ректификация В) Экстракция Г) Адсорбция
5. Чему равен объем 1 кмоль идеального газа при нормальных условиях? А) 22,4 м<sup>3</sup>/кмоль Б) 36 м<sup>3</sup>/кмоль В) 12,5 м<sup>3</sup>/кмоль Г) 18 м<sup>3</sup>/кмоль

#### **Блок 2. Задания на установление соответствия**

6. Установите соответствие между названием массообменного процесса и его физико-химической сутью. Процессы:
  1. Абсорбция
  2. Ректификация

3. Флотация

4. Экстракция

Суть процесса: А) Разделение жидких однородных смесей на фракции в результате многократного взаимодействия паровой и жидкой фаз. Б) Извлечение вещества из жидкой фазы с помощью другой жидкости (растворителя). В) Поглощение газов или паров из газовой смеси жидкими поглотителями. Г) Разделение твердых частиц на основе различия в смачиваемости их поверхности.

### Блок 3. Задания на установление правильной последовательности

7. Установите правильную технологическую последовательность стадий глубокой водоподготовки (обессоливания и очистки) для химического производства. Запишите ответ в виде последовательности букв. А) Анионирование (пропускание через фильтр с анионитом). Б) Осветление воды методом коагулирования и фильтрации. В) Дегазация (удаление растворенных газов, например,  $\text{CO}_2$ ). Г) Обессоливание катионированием (пропускание через фильтр с катионитом).

### Блок 4. Открытые вопросы

8. *(Краткий ответ)* Что такое «теоретический расходный коэффициент» в химической технологии и чем он отличается от практического? 9. *(Развернутый ответ)* Объясните разницу между понятиями «степень превращения реагента» и «селективность продукта». Почему для сложных (параллельных или последовательных) реакций селективность является более важным показателем эффективности, чем просто степень превращения?

### Блок 5. Ситуационный кейс (Расчетно-аналитическое задание)

10. **Условие:** На предприятие химико-металлургического профиля поступает вода из поверхностного источника. Анализ показал следующее содержание двухвалентных ионов:

1. Концентрация ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) = 12,5 мг/л.
2. Концентрация ионов магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) = 11,25 мг/л. *Справочные данные:* Молярные массы: Ca = 40 г/моль, Mg = 24,3 г/моль. Эквивалентная масса для двухвалентных ионов равна половине молярной.

**Требуется:**

1. Рассчитать общую жесткость воды (в мг-экв/л).
2. Классифицировать воду по степени жесткости (мягкая, умеренно жесткая, жесткая), если известно, что вода считается мягкой при жесткости до 1,5 мг-экв/л, умеренно жесткой от 1,5 до 3,0 мг-экв/л, и жесткой свыше 3,0 мг-экв/л.

---

## 4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (ВАРИАНТ 2)

### Блок 1. Тестовые задания с выбором одного правильного ответа

1. Отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному теоретическому количеству называется: А) Степень превращения Б) Селективность В) Выход продукта Г) Расходный коэффициент
2. Некарбонатная (постоянная) жесткость воды обусловлена: А) Присутствием гидрокарбонатных анионов ( $\text{HCO}_3^-$ ) Б) Наличием в воде сульфатов, хлоридов, силикатов и нитратов кальция и магния В) Высоким содержанием растворенного кислорода
3. Чему равна молярная масса серного колчедана (пирита,  $\text{FeS}_2$ )? А) 98 г/моль Б) 106 г/моль В) 114 г/моль Г) 120 г/моль
4. Процесс разделения жидких однородных смесей на составляющие их компоненты (фракции) в результате взаимодействия паровой и жидкой фаз называется: А) Абсорбция Б) Адсорбция В) Ректификация Г) Экстракция
5. Метод обогащения твердого сырья, основанный на различии смачиваемости его компонентов, называется: А) Гравитация Б) Флотация В) Магнитная сепарация Г) Выпаривание

## Блок 2. Задания на установление соответствия

6. Установите соответствие между типом организации химического процесса и его характеристикой. Типы процессов:
  1. Периодический процесс
  2. Непрерывный процесс
  3. Необратимая химическая реакция
  4. Катализатор

Характеристики: А) Вещество, которое ускоряет реакцию, но само не расходуется. Б) Процесс, при котором все стадии (загрузка, реакция, выгрузка) протекают в одном аппарате в разное время. В) Реакция, протекающая только в одном направлении до полного израсходования реагента. Г) Процесс, при котором все стадии протекают одновременно в разных аппаратах, соединенных между собой.

## Блок 3. Задания на установление правильной последовательности

7. Установите правильную последовательность основных стадий любой химико-технологической системы (ХТС). Запишите ответ в виде последовательности букв. А) Химическое взаимодействие сырья в реакционном аппарате. Б) Подготовка сырья (очистка, измельчение, смешение). В) Утилизация, рекуперация или обезвреживание отходов производства. Г) Выделение, очистка и товарное оформление целевого продукта.

## Блок 4. Открытые вопросы

8. *(Краткий ответ)* Что такое «коагулянты» и какова их роль на стадии осветления воды? Приведите пример широко используемого коагулянта. 9. *(Развернутый ответ)* Почему принцип «рекуперации и возврата» непрореагировавшего сырья и тепла (энергии) обратно в технологический цикл является критически важным для современной химической и

металлургической промышленности? Укажите минимум две причины (экономическую и экологическую).

### **Блок 5. Ситуационный кейс (Расчетно-аналитическое задание)**

**10. Условие:** На обогатительной фабрике перерабатывается руда, содержащая 4% (по массе) полезного компонента (например, меди или цинка). После проведения флотации был получен концентрат, в котором содержание этого полезного компонента составило 19% (по массе).

**Требуется:**

1. Рассчитать степень обогащения сырья (коэффициент обогащения).
  2. Объяснить физический смысл полученной цифры: во сколько раз концентрат «богаче» исходной руды и почему этот показатель важен для оценки эффективности работы флотационных машин?
- 

## **5. КЛЮЧИ (ОТВЕТЫ) И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ**

**Ключи к тестовым заданиям, соответствию и последовательности**

**Вариант 1:**

- Блок 1 (Тесты): 1-В; 2-Б; 3-Б; 4-В; 5-А.
- Блок 2 (Соответствие): 1-В; 2-А; 3-Г; 4-Б.
- Блок 3 (Последовательность): Б -> Г -> А -> В.

**Вариант 2:**

- Блок 1 (Тесты): 1-В; 2-Б; 3-Г; 4-В; 5-Б.
- Блок 2 (Соответствие): 1-Б; 2-Г; 3-В; 4-А.
- Блок 3 (Последовательность): Б -> А -> Г -> В.

**Алгоритмы решения Кейсов**

**Вариант 1, Кейс 10 (Жесткость воды):**

1. Находим эквивалентные массы ионов:  $\text{Э}(\text{Ca}) = 40 / 2 = 20$  г/моль-экв (или мг/мг-экв).  
 $\text{Э}(\text{Mg}) = 24,3 / 2 = 12,15$  г/моль-экв.
2. Рассчитываем жесткость, создаваемую каждым ионом (массовая концентрация / эквивалентная масса):  $\text{Ж}(\text{Ca}) = 12,5 / 20 = 0,625$  мг-экв/л.  $\text{Ж}(\text{Mg}) = 11,25 / 12,15 \approx 0,926$  мг-экв/л.
3. Общая жесткость =  $\text{Ж}(\text{Ca}) + \text{Ж}(\text{Mg}) = 0,625 + 0,926 = 1,551$  мг-экв/л (округляем до 1,55).

4. **Вывод:** Так как значение 1,55 попадает в диапазон от 1,5 до 3,0, вода классифицируется как **умеренно жесткая**.

**Вариант 2, Кейс 10 (Степень обогащения):**

1. Формула степени обогащения (коэффициента обогащения):  $i = (\text{Содержание полезного компонента в концентрате}) / (\text{Содержание в исходном сырье})$ .
2. Подставляем значения:  $i = 19\% / 4\% = 4,75$ .
3. **Вывод:** Коэффициент обогащения равен 4,75. Это означает, что в полученном концентрате полезный компонент сконцентрирован в 4,75 раза больше, чем в исходной руде. Чем выше этот коэффициент, тем эффективнее работает процесс разделения (флотации) и тем меньше пустой породы попадает на дальнейшие переделы.

---

**6. ДЕТАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ (Дескрипторы)**

**1. Тестовые задания (Блок 1):** 1 балл за каждый верный ответ. Максимум 5 баллов.

**2. Задания на соответствие и последовательность (Блоки 2 и 3):**

- **2 балла:** Нет ни одной ошибки.
- **1 балл:** Допущена одна ошибка (неверно указана одна пара или перепутаны два соседних элемента в последовательности).
- **0 баллов:** Допущено две и более ошибок.

**3. Открытые вопросы (Блок 4):** Максимум 4 балла (по 2 за каждый).

- **2 балла (Отлично):** Дан полный, технически грамотный ответ. В вопросе про селективность студент четко разделяет понятия: степень превращения показывает, сколько реагента вступило в реакцию, а селективность — какая доля прореагировавшего вещества пошла именно на целевой продукт (а не на побочные).
- **1 балл (Хорошо/Удовлетворительно):** Ответ верен по смыслу, но неполон или дан без использования строгих терминов химической технологии.
- **0 баллов:** Ответ неверен или отсутствует.

**4. Ситуационный кейс (Блок 5):** Максимум 6 баллов.

- **6 баллов (Отлично):**
  - Верно записаны формулы (жесткости или коэффициента обогащения) (2 балла).
  - Правильно выполнены арифметические расчеты с учетом эквивалентных масс (для Варианта 1) или пропорций (2 балла).

- Получен верный численный ответ с правильными единицами измерения (мг-экв/л, безразмерная величина) и сделан обоснованный вывод (2 балла).
- **4-5 баллов (Хорошо):** Допущена одна арифметическая ошибка в расчетах (например, забыли поделить молярную массу на валентность), но алгоритм решения и вывод верны.
- **3 балла (Удовлетворительно):** Верно записаны формулы, но допущены грубые ошибки в вычислениях.
- **0-2 балла (Неудовлетворительно):** Не записаны базовые формулы, расчеты отсутствуют.