

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.09.2026 09:38:12
Уникальный программный ключ:
04c19ed8b098f3b6cb77a486b9a8788b8322323



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению
подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

по дисциплине

ФТД.02 Основы цинкового производства

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)
Химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год набора 2026

Челябинск 2026 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 04.03.01 «Химия»

Направленность: «Химия»

Дисциплина: Основы цинкового производства

Семестр изучения: 6

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Основы лакокрасочного производства» направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-1: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследований при наличии общего плана НИР.	Знать: - Основные стадии металлургического производства цинка; - Аппаратурное оформление цинкового производства; - Технические средства и методы испытаний, используемые в металлургическом производстве цинка Уметь: - Теоретически обосновывать стадии металлургического производства цинка; - Выбирать и использовать средства и методы испытаний, используемые в металлургическом производстве цинка. Владеть: - Теоретическими основами



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

производства цинка;
• Информацией об экологических аспектах производства цинка.

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1. Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ПК-1: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знать: основные стадии производства, аппаратное оформление. Уметь: теоретически обосновывать стадии.	Раздел 1. Сырьевая база, производство и применение цинка	6	1-4	Вопросы к зачету (устный опрос)
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности	Знать: технические средства и методы испытаний. Уметь: выбирать и использовать средства и методы испытаний.	Раздел 2. Обжиг цинковых концентратов и выщелачивание цинкового огарка	6	5-10	Вопросы к зачету (устный опрос)



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности	Знать: аппаратное оформление, основные показатели процессов. Уметь: теоретически обосновывать стадии.	Раздел 3. Электролиз и пирометаллургия цинка	6	11-17	Вопросы к зачету (устный опрос)
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности	Владеть: информацией об экологических аспектах производства цинка.	Раздел 4. Экологический аспект производства цинка	6	18-20	Вопросы к зачету (устный опрос)

3.2. Содержание оценочных средств

3.2.1 Типовые вопросы для зачета

Часть 1. База тестовых вопросов закрытого типа

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы цинкового производства» проводится в форме **устного зачета по билетам**. Каждый билет содержит два теоретических вопроса из перечня, приведенного ниже.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачета)

Раздел 1. Сырьевая база, производство и применение цинка



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. Физические и химические свойства цинка, его применение.

План ответа: Положение цинка в периодической системе, физические свойства (цвет, температура плавления, кипения, плотность, хрупкость). Химические свойства: взаимодействие с кислородом, кислотами, щелочами, амфотерность. Основные области применения (гальваника, сплавы, производство красок, защита от коррозии).

2. Сырье для производства цинка.

План ответа: Основные минералы (сфалерит, вюрцит, смитсонит, каламин). Типы руд (полиметаллические). Требования к концентратам. Комплексное использование сырья (попутное извлечение Cd, In, Ge, Pb, Cu).

3. Современные перспективы развития металлургии цинка.

План ответа: Тенденции развития: увеличение доли гидрометаллургических процессов, интенсификация переработки бедного и упорного сырья, совершенствование аппаратного оформления, повышение экологической безопасности, ресурсосбережение.

Раздел 2. Обжиг цинковых концентратов и выщелачивание цинкового огарка

4. Теоретические основы обжига цинковых концентратов.

План ответа: Цель обжига — перевод сульфида цинка в оксид. Основные химические реакции: горение сульфидов, образование сульфатов, ферритов и силикатов. Влияние температуры и состава газовой фазы на процесс.

5. Аппаратурное оформление процессов обжига.

План ответа: Типы печей: механические многоподовые печи, печи кипящего слоя (КС). Принцип работы, устройство, достоинства и недостатки печей КС как наиболее распространенных.

6. Основные показатели процессов обжига цинка.

План ответа: Степень десульфуризации, содержание серы в огарке, выход огарка, качество получаемого газа для сернокислотного производства.

7. Теоретические основы процесса выщелачивания цинкового огарка.

План ответа: Цель выщелачивания — перевод оксида цинка в раствор. Химизм



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

процесса. Растворение побочных соединений (ферритов, силикатов). Факторы, влияющие на скорость и полноту выщелачивания (pH, температура, интенсивность перемешивания).

8. Технологические схемы выщелачивания цинкового огарка.

План ответа: Периодическое и непрерывное выщелачивание. Нейтральное и кислое выщелачивание. Противоточная схема. Цель разделения жидкой и твердой фаз (сгущение, фильтрация).

9. Процессы очистки сульфата цинка от примесей.

План ответа: Вредные примеси (Cu, Cd, Co, Ni, Fe, As, Sb). Цементационное осаждение (гидрометаллургическая очистка): использование цинковой пыли для удаления меди и кадмия. Гидролитическая очистка от железа, кобальта, никеля. Гидротермический способ.

10. Оборудование для выщелачивания цинковых огарков.

План ответа: Пачуки (мешалки с воздушным перемешиванием), механические мешалки, сгустители (отстойники), рамные фильтры, дисковые вакуум-фильтры.

Раздел 3. Электролиз и пирометаллургия цинка

11. Электролитическое выделение цинка.

План ответа: Сущность процесса электролиза. Электрохимические реакции на катоде ($\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn}$) и аноде ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e$). Состав электролита. Роль кислотности. Процессы, снижающие выход по току (выделение водорода).

12. Режимы электролиза цинка.

План ответа: Плотность тока, напряжение на ванне, температура электролита, циркуляция раствора. Катодный и анодный процессы. Выход по току, расход электроэнергии.

13. Аппаратура для электролиза цинка.

План ответа: Устройство электролизной ванны. Материалы для катодов (алюминий) и анодов (свинец с добавками Ag, Ca). Системы подвода тока и циркуляции электролита. Съем и плавка катодного цинка.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

14. Дистилляция

цинка.

План ответа: Сущность пирометаллургического процесса. Восстановление оксида цинка углеродом: $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$. Конденсация паров цинка. Типы печей: ретортные, шахтные (ISP процесс).

15. Рафинирование

чернового

цинка.

План ответа: Состав черного цинка (примеси Pb, Fe, Cd, Cu и др.). Методы рафинирования: ликвация (отстаивание) для удаления свинца и железа, ректификационная перегонка для получения высокочистого цинка и попутного извлечения кадмия.

Раздел 4. Переработка промпродуктов и экология

16. Переработка цинковых кеков пирометаллургическим способом. *План*

ответа: Характеристика кеков (отходов выщелачивания). Состав, содержание цинка в форме феррита ($\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Суть процесса вельцевания: восстановительный обжиг во вращающейся печи с получением возгонов (вельц-оксида), возвращаемых в производство.

17. Переработка цинковых кеков гидрометаллургическим способом.

План ответа: Цель — вскрытие ферритов. Горячее кислое выщелачивание. Автоклавное выщелачивание. Достоинства и недостатки по сравнению с пирометаллургией.

18. Экологические аспекты цинкового производства.

План ответа: Основные источники загрязнения: газовые выбросы (SO_2 , пыль), сточные воды (ионы тяжелых металлов, кислоты), твердые отходы (кеки, шламы).

19. Очистка сточных вод цинкового производства.

План ответа: Методы очистки: реагентная нейтрализация (известью), осаждение гидроксидов металлов, ионообменная очистка, сорбция, мембранные методы.

20. Очистка газов цинкового производства.

План ответа: Очистка от пыли (циклоны, электрофильтры, рукавные фильтры).



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

Утилизация диоксида серы (производство серной кислоты) как основа экологичности современного производства.

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет включает два теоретических вопроса из перечня, приведенного в п. 3.2.

На подготовку к ответу студенту отводится **30-40 минут**. Во время подготовки студент может составлять план ответа (тезисы), но не имеет права пользоваться учебной литературой, конспектами, электронными устройствами (кроме случаев, предусмотренных для лиц с ОВЗ).

Преподаватель имеет право задавать студенту дополнительные и уточняющие вопросы по содержанию билета и дисциплине в целом.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Оценка знаний проводится по системе «зачтено» / «не зачтено» на основе критериев, описанных в РПД.

Оценка	Критерии
---------------	-----------------

 Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Химический факультет Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов			
Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Оценка	Критерии
«Зачтено»	Студент демонстрирует знание основного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии. Ответ логически выстроен, раскрывает суть вопросов, содержит правильные формулировки определений и понятий. Студент уверенно ориентируется в материале, умеет применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, может обосновать свои выводы. В ответе допускаются незначительные неточности, не искажающие сути, которые могут быть исправлены с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«Не зачтено»	Студент демонстрирует фрагментарные знания по дисциплине. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не раскрыто основное содержание вопросов билета. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии. Студент не может ответить на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

- Высокий уровень сформированности компетенций** соответствует оценке **«зачтено»** (отлично) и предполагает формирование компетенций на высоком уровне: обучающийся свободно владеет теоретическими основами производства цинка, знает аппаратное оформление и методики испытаний, может самостоятельно планировать отдельные стадии исследований.
- Средний уровень** соответствует оценке **«зачтено»** (хорошо) и предполагает формирование компетенций на среднем уровне: обучающийся знает основные стадии и оборудование, умеет теоретически их обосновывать, но может испытывать затруднения при комплексной оценке нестандартных ситуаций.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Химический факультет
Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Основы цинкового производства» по направлению подготовки 04.03.01 "Химия" направленности Химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

3. **Базовый уровень** соответствует оценке «**зачтено**» (удовлетворительно) и предполагает формирование компетенций на начальном уровне: обучающийся обладает базовыми знаниями о сырье, стадиях процесса и продукции, но испытывает затруднения в применении методов испытаний и теоретическом обосновании.
4. **Низкий уровень** соответствует оценке «**не зачтено**»: обучающийся не владеет материалом дисциплины, не знает основных понятий и технологических этапов, что не позволяет сформировать необходимые компетенции.

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 6 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета
химического факультета

согласовано

В. А. Бурмистров

Заседанием кафедры химии твердого тела и нанопроцессов

Протокол заседания № 8 от 25.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.А. Белая

Автор (составитель)

Е.О. Макаркина

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1