

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 10.08.2026 10:01:04 Уникальный идентификатор: 04c19ed8bfb98b5a07a48009a81e99052225	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	стр. 1
--	--	--------

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)

Б1.В.1.ДВ.02.01. Химия неорганических пигментов

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) Химия
материалов

Присваиваемая квалификация (степень)
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
очная

Челябинск 2026 г.

04.05.01/ Фундаментальная и прикладная химия/ Фундаментальная и прикладная химия/Химия неорганических пигментов/ 2026 год набора/ очная форма обучения

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 рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «27» сентября 2022 г. № 573-1



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закрепленные за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств
 - 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



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Направленность: Химия материалов

Дисциплина: Химия неорганических пигментов

Семестр изучения: 9

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Химия неорганических пигментов»
направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа проблемной ситуации	Знать: классификацию, технические показатели и стадии синтеза базовых пигментов; Уметь: описывать пигмент через понятия цвет, оттенок, яркость, используя для этого цветовые круги и конусы; Владеть: навыками идентификации пигментов по основным характеристикам.
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы его отдельных стадий ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Знать: классификацию, состав и свойства основных классов пигментных материалов для планирования научно-исследовательской работы; Уметь: прогнозировать свойства пигментных материалов в зависимости от его состава для решения научно-исследовательских задач; Владеть: теоретическими основами методов анализа и синтеза пигментов для решения научно-исследовательских задач.



3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	1.1. Знать основные виды пигментов, их классификацию и отличия; классификацию, технические показатели и стадии синтеза базовых пигментов; основы теории цветности; взаимосвязь между строением, свойствами и технологическими характеристиками пигментов; основные технологические стадии получения пигментированных материалов	История открытия и классификация пигментов	9	1-5	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
		Классическая и современная теории цветности	9	6-7	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
	1.2. Уметь идентифицировать пигмент к определенному классу	Основные технологические характеристики пигментов	9	16	Задания открытого типа задача



		Основные классы неорганических пигментов	9	17-18	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
	1.3. Владеть теоретическими навыками определения маслостойкости, укрывистости пигментов; приемами поиска информации по современным способам синтеза пигментов; теоретическими навыками определения маслостойкости, укрывистости пигментов	Основные технологические характеристики пигментов	9	19-20	Задания открытого типа задача
		Основные классы неорганических пигментов	9	8-11	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
		Способы получения неорганических пигментов	9	12-15	Задания открытого типа с развёрнутым ответом

3.2. Содержание оценочных средств

База заданий открытого типа с развёрнутым ответом и план ответа

Задание 1. Классификация пигментов (УК-1, ПК-1).

План ответа: Классификация пигментов по цвету, химическому составу, назначению.

Задание 2. Двоокись титана (УК-1, ПК-1).

План ответа: Диоксид титана как основной белый пигмент. Рутильная и анатазная формы.

Способы синтеза: хлоридный способ и сульфатный. Достоинства и недостатки этих методов синтеза. Сферы применения диоксида титана.

Задание 3. Основные черные пигменты, их синтез и применение (УК-1, ПК-1).

План ответа: Черные железистые пигменты, черни, марс. Способы синтеза. Особенности использования.

Задание 4. Хромовые пигменты (УК-1, ПК-1).

План ответа: Основные классы. Желтые, оранжевые, синие, зеленые, и смешанные зеленые хромовые пигменты. Способы синтеза. Ограничения применения.

Задание 5. Природа света (УК-1, ПК-1).

План ответа: Теория трехцветных цветовых ощущений Гельмгольца. Оппонентная теория цветового зрения Геринга. Система нереальных цветов XYZ. Допущения теории нереальных цветов. Векторное сложение цветов. Математический вывод получения локуса.

Задание 6. Систематика цветов (УК-1, ПК-1).



План ответа: Цветовой тон. Яркость. Насыщенность. Основные определения и различия.

Задание 7. Колористика и колориметрические индексы (УК-1, ПК-1).

План ответа: Спецификация цвета. Приборная, визуальная. Способы определения и назначение колориметрических индексов.

Задание 8. Цветовые шкалы (УК-1, ПК-1).

План ответа: Современные стандарты цвета RAL, NCS, PANTONE.

Задание 9. Методы синтеза пигментов (УК-1, ПК-1).

План ответа: Тведофазный синтез. Золь-гель синтез. Конденсирование их газовой фазы.

Задание 10. Укрывистость пигментов (УК-1, ПК-1).

План ответа: Основные понятия. Способы определения укрывистости с помощью шахматной доски. Расчет, единицы измерения. Оптимальные значения укрывистости для различных пигментов.

Задание 11. Дисперсность пигментов (УК-1, ПК-1).

План ответа: Основные понятия. Зависимость укрывистости, маслосъемности и расхода краски от дисперсности. Способы повышения дисперсности. Понятия о первичных и вторичных агломератов.

Задание 12. Маслосъемность пигментов (УК-1, ПК-1).

План ответа: Основные понятия. Маслосъемность I и II рода. Правила определения в условиях химической лаборатории. Способы расчета. Единицы измерения.

Задание 13. Пигменты специального назначения (УК-1, ПК-1).

План ответа: Металлизированные пигменты. Назначение. Принцип действия. Типы пигментов для металлизированной краски: всплывающие и не всплывающие. Способы создания эффектов хромирования, искрения, блеска. Способы придания различных цветов металлизированной краске.

Задание 14. Современные виды пигментов для декоративных целей (УК-1, ПК-1).

План ответа: люминофоры. Назначение. Принцип действия. Понятия о флуоресценции и фосфоресценции. Неорганические люминофоры первого поколения на основе сульфида цинка. Активаторы. Составы люминофоров второго поколения.

Задание 15. Термоскопические пигменты (УК-1, ПК-1).

План ответа: Назначение. Принцип действия. Типы термочувствительных пигментов. Способы синтеза на основе термохромных пигментов. Современные способы синтеза с применением инкапсулирования пигментов.

База заданий открытого типа задачи.

Задание 16. Определить маслосъемность железного сурика, если известно, что на 5 г пигмента израсходовано 1,2 мл льняного масла истинной плотности 0,936 г/см³ (УК-1, ПК-1).

Задание 17. Какой цвет соответствует координатам $L^*=80$, $a^*=-2$, $b^*=1,5$ (УК-1, ПК-1).

Задание 18. Вычислите цветовые различия между образцом и эталоном: $L^*=70$, $a^*=-5$, $b^*=32$; $L_{эт.}^*=73$, $a_{эт.}^*=-4$, $b_{эт.}^*=30$ (УК-1, ПК-1).

Задание 19. Вычислите дисперсность, удельную поверхность и суммарную площадь поверхности частиц золя золота, полученного в результате измельчения 0,5 г золота на частицы шарообразной формы диаметром 7,0·10⁻⁸ м. Плотность золота 19,3·10³ кг/м³ (УК-1, ПК-1).

Задание 20. Рассчитать укрывистость материала, если для полного перекрытия шахматной доски площадью 0,1 м² было израсходовано 2 г краски (УК-1, ПК-1).



4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация представляет собой зачет, который проводится в письменном виде. Состоит из 2 частей.

1 часть – студент отвечает на два вопроса из списка вопросов. Продолжительность – 30 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий – 8 баллов.

2 часть – студент решает одну задачу из заданий открытого типа. Продолжительность – 30 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий – 4 балла.

Максимальный балл – 12 баллов.

Итоговая оценка ставится по сумме баллов:

"зачтено" - 7- 12 баллов;

"незачтено" – менее 7 баллов.

Дополнительные материалы и оборудование

При выполнении заданий промежуточной аттестации экзаменуемый имеет право пользоваться:

- ~ таблицей химических элементов Д.И. Менделеева,
- ~ калькулятором,
- ~ таблицей растворимости,
- ~ справочниками физико-химических величин,
- ~ конвертерами цвета.

Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Ответ на вопросы 1 части (заданий открытого типа с развёрнутым ответом) оценивается от одного до четырех баллов:

4 балла ставится за полный, краткий и правильный ответ, материал изложен химически грамотным языком. Студент владеет терминологией и номенклатурой, имеет представление об особенностях твердофазных взаимодействий, умеет применять законы химии для объяснения конкретных явлений, умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать факты.

3 балла. Ответ полный и правильный, но допущены несущественные ошибки в терминологии.

2 балла. Студент ответил на вопрос, но при этом допущена существенная ошибка или ответ не полный.

1 балл. Студент ответил на вопрос, но не владеет химической терминологией и номенклатурой, допускает грубые ошибки в истолковании и употреблении химических понятий.

0 баллов. Студент не ответил на вопрос, либо ответ полностью неверный.

Ответ на задания 2 части (задания открытого типа: задачи) оценивается от одного до четырех баллов:

4 балла ставится за верно решенную задачу. Студент показал верную последовательность действий при решении, указал единицы измерений и получил верный ответ.

3 балла. Студент верно решил задачу, но пропустил при решении часть шагов, не указал



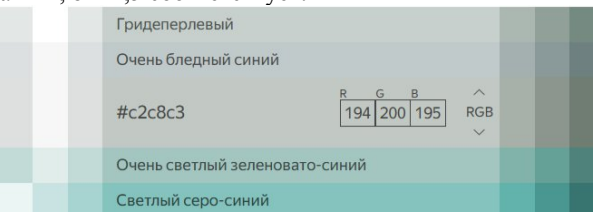
единицы измерений величин.

2 балла. Студент неверно решил задачу, но при решении верно указал фундаментальные закономерности и законы.

1 балл. Студент неверно решил задачу, но понимает, какую величину требуется найти. Не владеет необходимыми знаниями для решения задачи.

0 баллов. Студент не решил задачу, ответ полностью неверный.

Ключи и критерии к оцениванию заданий открытого типа: задачи

№ задания	Верный ответ	Критерии
16	Нахождение массы израсходованного масла: $m(\text{масла}) = \rho(\text{масла}) \cdot V(\text{масла})$. $m(\text{масла}) = 0,936 \text{ г/см}^3 \cdot 1,2 \text{ см}^3 = 1,1232 \text{ г}$. Расчет маслоёмкость на 100 г пигмента Маслоёмкость (М) определяется как отношение массы масла к массе пигмента, умноженное на 100: $M = (m(\text{масла}) : m(\text{пиг})) \cdot 100$. $M = (1,1232 \text{ г} : 5 \text{ г}) \cdot 100 = 0,22464 \cdot 100 = 22,464 \text{ г масла на } 100 \text{ г пигмента}$. Ответ: 22,464г масла /100г пигмента	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при расчетах 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, найдена маслоёмкость без учёта массы пигмента 1 б – при решении не использовано понятие маслоёмкости 0 б – ответ полностью неверный
17	По цветовому конвертеру найдено, что $L^*=80$, $a^*=-2$, $b^*=1,5$ соответствует:  Цвет: серый.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при переводе из одной цветовой модели в другую 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, перепутаны L^* , a^* и b^* 1 б – при решении не использованы ключевые понятия теории цвета 0 б – ответ полностью неверный
18	$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ $\Delta E = 3,74$ При таком значении даже неопытный наблюдатель замечает цветовое различие.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в математических расчетах 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, ошибка в формуле ΔE 1 б – при решении не использованы ключевые понятия теории цвета 0 б – ответ полностью неверный
19	1) Дисперсность $D=1/d$ Дисперсность: $D=1/7 \cdot 10^{-8} = 1,4 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ 2) Формула объёма шара: $V_{\text{частицы}} = 4/3 \pi r^3$ где $r=d/2=7,0 \cdot 10^{-8}/2=3,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ $V_{\text{частицы}} = 4/3 \pi (3,5 \cdot 10^{-8})^3 \approx 1,80 \cdot 10^{-22} \text{ м}^3$. 3) Масса одной частицы $m_{\text{частицы}} = \rho \cdot V_{\text{частицы}}$ $m_{\text{частицы}} = 19,3 \cdot 10^3 \cdot 1,80 \cdot 10^{-22} \approx 3,474 \cdot 10^{-18} \text{ кг}$. 4) Количество частиц в 0,5 г золота	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при нахождении 1-2 параметров 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, перепутаны формулы для нахождения суммарной и удельной площади поверхности 1 б – при решении не использованы понятия размера частиц и площади поверхности 0 б – ответ полностью неверный



	$N = m_{\text{золя}} / m_{\text{частицы}} = 5,0 \cdot 10^{-4} / 3,474 \cdot 10^{-18} \approx 1,44 \cdot 10^{14}$ частиц. 5) Суммарная площадь поверхности Площадь поверхности одной частицы: $S_{\text{частицы}} = 4\pi r^2$ $S_{\text{частицы}} = 4\pi (3,5 \cdot 10^{-8})^2 \approx 1,54 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Суммарная площадь: $S_{\text{сум}} = N \cdot S_{\text{частицы}}$ $S_{\text{сум}} = 1,44 \cdot 10^{14} \cdot 1,54 \cdot 10^{-15} \approx 0,222 \text{ м}^2$. 6) Удельная поверхность — это отношение суммарной площади к массе: $S_{\text{уд}} = S_{\text{сум}} / m_{\text{золя}}$ $S_{\text{уд}} = 0,222 / 5,0 \cdot 10^{-4} = 444 \text{ м}^2/\text{кг}$. Суммарная площадь поверхности частиц: $\approx 0,222 \text{ м}^2$ Удельная поверхность золя: $444 \text{ м}^2/\text{кг}$	
20	Укрывистость рассчитывается по следующей формуле: $Y = m(\text{краски}) / S$ $Y = 2 / 0,1 = 20 \text{ г/м}^2$	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при математических расчетах. 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, не использована площадь покрытия 1 б – при решении не использовано понятие укрывистости 0 б – ответ полностью неверный

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено»:
 - предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируются навыки составления информационных обзоров по кристаллохимии, навыки систематизации данных, необходимых для решения прикладных химических задач;
 - студент способен аргументировать собственную точку зрения по дискуссионным вопросам дисциплины, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию о состоянии и проблемах развития исследований в области кристаллохимии, формулировать собственные выводы.
2. Низкий уровень соответствует оценке «не зачтено».