

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Васильевич Должность: Ректор Дата подписания: 15.09.2025 10:40:57 Уникальный идентификатор: 04c19ed8bfb98f9b6cb77a48bb9ab78808922519	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Хроматография» по направлению подготовки (специальности) 04.04.01 «Химия» направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	---	--	--------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**

Хроматография

**Направление подготовки (специальность)
04.04.01 Химия**

**Направленность (профиль)
Физико-химические процессы в современных технологиях**

**Присваиваемая квалификация
Магистр**

**Форма обучения
Очная**

Год(ы) набора 2025

Челябинск 2025 г.



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



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: *04.04.01 «Химия»*

Направленность (профиль) магистерская программа «*Физико-химические процессы в современных технологиях*»

Дисциплина: *Хроматография*

Семестр изучения: *1*

Форма промежуточной аттестации: *зачет.*

Система оценивания: *оценивание результатов осуществляется в рамках системы «Зачет–Незачет».*

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Хроматография» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
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	Знает алгоритмы проведения критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач; Умеет использовать критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач в области физико-химических методов разделения и анализа органических и неорганических веществ; Владеет навыками критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач в области методов



			разделения и анализа веществ
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленных задач, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Знает принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; принципы действия детекторов, используемых в газовой и жидкостной хроматографии; Умеет использовать характеристики удерживания и критерии разделения веществ; применять их для качественной и количественной интерпретации хроматограмм; Владеет навыками по обращению с приборами и оборудованием, необходимым для современных хроматографических методов и способов подготовки веществ и их смесей к проведению исследования.



3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Виды оценочных средств

-№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	УК-1-1. Знает алгоритмы проведения критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач;	Понятие о хроматографическом процессе. Классификация хроматографических методов	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 1–3, 25
2	ПК-1-2. Знает принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; принципы действия детекторов, используемых в газовой и жидкостной хроматографии;	Теория хроматографии. Равновесная и неравновесная хроматография	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 4, 5
3	ПК-1-2. Знает принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; факторы, определяющие селективность различных хроматографических систем и размывание зон разделяемых компонентов;	Элюционные характеристики, критерии удерживания. Интерпретация хроматограмм	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 6, 7, 24, 26
4	ПК-1-2. Владеет навыками работы на современном оборудовании, использования программного обеспечения и расчетно-теоретических методов для решения профессиональных задач	Газо-жидкостная хроматография (ГЖХ)	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 8, 9, 11
5	УК-1-1. Умеет использовать критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач в области физико-химических методов разделения и анализа органических и неорганических веществ;	Влияние температуры на хроматографический процесс	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 10
6	ПК-1-2. Владеет навыками подготовки веществ и их смесей к проведению хроматографического анализа; интерпретации хроматографических данных;	Жидкостно-жидкостная хроматография (ЖЖХ)	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума	Теоретические вопросы к зачету № 11, 12, 16
7	ПК-1-2. Умеет использовать основные типы сорбентов и	Адсорбционная хроматография.	Отчет по лабораторной работе	Теоретические вопросы к зачету №



	подвижных фаз и принципы их выбора	Осадительная хроматография	Вопросы коллоквиума	13–18, 22
8	ПК-1-2. Владеет навыками выбора сорбента и подвижной фазы для разделения смеси органических или неорганических веществ;	Ионообменная хроматография	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума	Теоретические вопросы к зачету № 20
9	УК-1-1 Владеет навыками критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач	Хроматографические методы для очистки и разделения полимеров и биологически активных веществ	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 19, 20
10	ПК-1-2. Знает принципы методов хроматографии и капиллярного электрофореза и действия используемых детекторов; Владеет навыками работы на современном оборудовании, использования программного обеспечения и расчетно-теоретических методов для решения профессиональных задач.	Капиллярный электрофорез	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 23, 27–30

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2. Содержание оценочных средств

3.2.1. Вопросы к зачету

1. Понятие о хроматографическом процессе. Подвижная, неподвижная фазы
Классификация хроматографических методов (УК-1)
План ответа: Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию, на основе природы элементарного акта, по способам относительного перемещения фаз, по полярности фаз, аппаратурному оформлению, цели хроматографического процесса.
2. В чем преимущества элюентной хроматографии перед фронтальной и вытеснительной? (УК-1)
План ответа: Принципы элюентной, фронтальной и вытеснительной хроматографии. Преимущества и недостатки.
3. Силы удерживания в хроматографии (УК-1)
План ответа: Природа сил удерживания, классификация сорбатов и сорбентов.
4. Причины размывания хроматографических зон. Уравнение ВЭТТ (ПК-1)
План ответа: Равновесная и неравновесная хроматография. Три подхода к описанию хроматографических процессов. Концепция «запаздывания». Уравнение для $D_{эфф.}$.
5. Изобразите график зависимости N от скорости потока в газовой и жидкостной



- хроматографии (ПК-1)
План ответа: Уравнение Ван-Деемтера. Понятие о ВЭТТ.
6. Какие параметры можно использовать для идентификации компонентов смеси? (ПК-1)
План ответа: Время и объем удерживания. Коэффициенты подвижности.
7. Возможности и ограничения различных количественных методов хроматографического анализа (ОПК-1)
План ответа: Методы нормирования площадей, внешнего и внутреннего стандарта.
8. Какова роль основных узлов в газовом и жидкостном хроматографах? Что у них общего и каковы принципиальные различия? (ПК-1)
План ответа: Основные блоки в газовом и жидкостном хроматографа.
9. Детекторы в газовой хроматографии (ПК-1)
План ответа: Детекторы по теплопроводности, по плотности, ионизационные. Универсальные и селективные детекторы.
10. Влияние температуры на хроматографический процесс. Программирование температуры (УК-1)
План ответа: Хроматография в изотермических условиях. Хроматермография (стационарная и нестационарная). Температура удерживания. Программирование температуры (ступенчатое, линейное, нелинейное) и его роль в разделении смесей.
11. Неподвижные фазы в распределительной хроматографии (ПК-1)
План ответа: Классификация фаз по полярности. Химически привитые фазы.
12. Бумажная хроматография, причины размывания зон компонентов (ПК-1)
План ответа: Влияние природы компонентов на характеристики удерживания. Выбор бумаги, подвижной фазы. Методика работы, проявление и интерпретация хроматограмм. Области применения.
13. Неподвижные фазы в адсорбционной хроматографии (ПК-1)
План ответа: Классификация сорбатов и сорбентов по природе и геометрическим параметрам.
14. Сравните роль подвижной фазы в газовой и жидкостной хроматографии (ПК-1)
План ответа: Требования к подвижным фазам в газовой и жидкостной хроматографии.
15. Жидкостная адсорбционная хроматография. Элюотропный ряд (ПК-1)
План ответа: Выбор адсорбента и подвижной фазы в нормально-фазовой и обращенно-фазовой хроматографии. Элюирующая способность растворителей. Элюотропный ряд.
16. Детекторы в жидкостной хроматографии (ПК-1)
План ответа: Детекторы оптические и электрохимические.
17. Что такое градиентное элюирование? В чем его преимущества? (ПК-1)
План ответа: Способы повышения селективности в жидкостной хроматографии.
18. Тонкослойная хроматография, причины размывания зон компонентов (ПК-1)
План ответа: Основы метода. Варианты метода ТСХ. Сорбенты. Выбор растворителя. Проявление хроматограмм. Качественный и количественный анализ ТСХ-хроматограмм. Сочетание ТСХ с другими методами.
19. Гель-проникающая хроматография, ее селективность (УК-1)
План ответа: Сущность метода. Классификация гелей. Растворители, приготовление колонок. Размывание пиков в ГПХ. Интерпретация данных и области применения.



20. Ионообменная хроматография, ее селективность (УК-1, ПК-1)
План ответа: Понятие об ионитах (катиониты, аниониты, амфолиты). Константа ионного обмена. Обменная емкость. Селективность в ионообменной хроматографии.
21. Аффинная хроматография, ее селективность (ОПК-1)
План ответа: Аффинная (биоспецифическая) хроматография как метод разделения и очистки биологически активных веществ. Выбор лиганда. Селективность аффинной хроматографии. Выбор носителя и способы его модификации.
22. Осадочная хроматография, причины размывания зон компонентов (ОПК-1)
План ответа: Способы и условия получения осадков. Области применения.
23. Капиллярная хроматография, ее преимущества перед обычной колоночной (ОПК-1)
План ответа: Преимущества и недостатки по сравнению с колоночной хроматографией. Изготовление колонок, нанесение неподвижной фазы. Особенности ввода пробы и детектирования.
24. Критерии разделения в хроматографии (ПК-1)
План ответа: Селективность, фактор мощности колонки, разделяющая способность.
25. Назовите перспективные хроматографические методы. Каковы направления их развития? (УК-1)
План ответа: Перспективные неподвижные фазы. Аппаратурные перспективы в хроматографии.
26. Назовите источники систематических погрешностей при хроматографических определениях (ПК-1)
План ответа: Условия хроматографического разделения, детектирования.
27. Что такое электрофоретическая подвижность? От чего она зависит? (ПК-1)
План ответа: Закономерности переноса заряженных частиц. Уравнение Стокса.
28. Причины массопереноса в условиях капиллярного зонного электрофореза (ПК-1)
План ответа: Электрофоретическая подвижность. Электроосмотический поток. Стекинг.
29. Что такое электроосмотический поток и каково его значение в капиллярном электрофорезе? (ПК-1)
План ответа: Определение. Причины появления ЭОП и его роль.
30. Особенности детектирования в капиллярном электрофорезе (ПК-1)
План ответа: Прямое и косвенное детектирование. Оптические и электрохимические детекторы.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет выставляется студенту после выполнения 4 лабораторных работ, оформления и сдачи отчетов по выполненным работам, объяснения полученных результатов и подготовки ответов на вопросы коллоквиума, контрольного задания, а также подготовки ответа на один из вопросов к



зачету.

Итоговый зачет проводится в письменной форме по билетам, каждый из которых содержит 1 теоретический вопрос. На подготовку письменного ответа отводится не более 40 мин. Запрещается пользоваться учебной литературой, шпаргалками, мобильными устройствами. После просмотра ответа преподавателем следует устный опрос.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1. Критерии оценивания для получения оценки «Зачтено»

Оценка	Незачтено	Зачтено
Выполнение 4 лабораторных работ, сдача по ним отчетов и ответов на вопросы коллоквиума	Выполнение лабораторной работы, в отчете допущены существенные ошибки, отсутствуют уравнения реакций, сделаны необоснованные выводы; или отсутствует отчет по лабораторной работе;	Выполнение всех 4 работ, подготовка отчетов и ответов на вопросы коллоквиума: полный и развернутый отчет с правильно произведенными расчетами, приведенными уравнениями реакций, обоснованными выводами, даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы;
Выполнение контрольного задания	Допущены ошибки в расчетах; ответ содержит разрозненные и бессистемные знания;	Правильно выполненные расчеты и полный ответ, допускающий отдельные неточности в изложении материала; владение понятийным аппаратом;
Подготовка ответа на вопрос к зачету	Разрозненные и бессистемные знания по предмету; беспорядочное изложение материала; искажающие смысл ошибки в определении понятий и формулировке теоретических положений; неумение применять знания для объяснения фактов.	Владение понятийным аппаратом и содержанием учебного материала, логически обоснованное построение ответа; привлечение фактического материала; в ответе допускаются ошибки и неточности, которые исправляются студентом после указания на них.

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



4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяются следующим образом:

1. **Высокий уровень сформированности компетенций** соответствует оценке «Зачтено» и предполагает:
 - формирование навыков выбора хроматографического метода для качественного и количественного анализа конкретной разделяемой смеси, неподвижной и подвижной фаз;
 - формирование навыков владения техникой хроматографического анализа и способами его оптимизации;
 - способность аргументировать собственную точку зрения, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию о состоянии и проблемах хроматографического анализа.
2. **Средний уровень** соответствует оценке «Зачтено» и предполагает:
 - формирование навыков использования различных хроматографических методов;
 - формирование навыков сбора, анализа и обработки данных, необходимых для решения ситуационных задач.
3. **Базовый уровень** соответствует оценке «Зачтено» и предполагает:
 - формирование компетенций на начальном уровне: владение понятийным аппаратом; умение выполнять отдельные операции хроматографического разделения, проведения качественного и количественного анализа;
 - удовлетворительные навыки анализа и обработки экспериментальных данных.
4. **Недостаточный уровень** (бессистемные разрозненные знания, непонимание принципов разделения и детектирования компонентов смеси в конкретной системе, неумение объяснить положение компонентов на хроматограмме) соответствует оценке «Незачет».