

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Васильевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2025 10:48:03

Уникальный идентификатор:

04c19ed8bfb98f9b6cb7a48bb9ab78808922519

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

стр. 1

Хроматография»

по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

направленности (профилю) – Химия материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

**Хроматография**

**Направление подготовки (специальность)  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

**Направленность (профиль)  
Химия материалов**

**Присваиваемая квалификация  
Химик. Преподаватель химии**

**Форма обучения  
Очная**

**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 компетенций



## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: *04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»*

Направленность (профиль) *Химия материалов*

Дисциплина: *Хроматография*

Семестр изучения: *9*

Формы промежуточной аттестации: *зачет.*

Система оценивания: *оценивание результатов осуществляется в рамках системы «Зачет–Незачет» и 5-балльной системы соответственно.*

## 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, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации	<b>Знает</b> алгоритмы проведения критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач; <b>Умеет</b> использовать критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач в области физико-химических методов разделения и анализа органических и неорганических веществ; <b>Владеет</b> 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 наук	ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	<b>Знает</b> принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; принципы действия детекторов, используемых в газовой и жидкостной хроматографии; <b>Умеет</b> использовать характеристики удерживания и критерии разделения веществ; применять их для качественной и количественной интерпретации хроматограмм; <b>Владеет</b> навыками по обращению с приборами и оборудованием, необходимым для различных 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-1.2. Знает механизмы удерживания веществ неподвижной фазой, принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов;	Понятие о хроматографическом процессе. Классификация хроматографических методов	Семестровое задание 1	Теоретические вопросы к зачету № 1–3, 25
2	УК-1.2. Знает факторы, определяющие селективность различных хроматографических систем и размывание зон разделяемых компонентов, на основе чего вырабатывает стратегию действий, оценивает практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации	Теория хроматографии. Равновесная и неравновесная хроматография	Устный опрос Семестровое задание 1	Теоретические вопросы к зачету № 4, 5
3	ПК-1.2. Умеет использовать характеристики удерживания и критерии разделения веществ; Владеет навыками по обращению с приборами и оборудованием, необходимым для различных хроматографических методов и способов подготовки веществ и их смесей к проведению исследования;	Элюционные характеристики, критерии удерживания. Интерпретация хроматограмм	Семестровое задание 1	Теоретические вопросы к зачету № 6, 7, 24, 26
4	УК-1.2. Знает принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов, и принципы детектирования в хроматографии; Умеет использовать характеристики удерживания и критерии разделения веществ; применять их для качественной и количественной интерпретации хроматограмм; Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, оценивает практи-	Газо-жидкостная хроматография (ГЖХ)	Устный опрос Семестровое задание 2	Теоретические вопросы к зачету № 8, 9, 11



	ческие последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации			
5	ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Влияние температуры на хроматографический процесс	Семестровое задание 1	Теоретические вопросы к зачету № 10
6	ПК-1.2. Умеет использовать основные типы сорбентов и подвижных фаз и принципы их выбора для оптимизации разделения заданных смесей веществ; Владеет навыками обращения с приборами и оборудованием, необходимым для различных хроматографических методов и способов подготовки веществ и их смесей к проведению исследования;	Жидкостно-жидкостная хроматография (ЖЖХ)	Отчет по практической работе Вопросы коллоквиума	Теоретические вопросы к зачету № 11, 12, 16
7	УК-1.2. Знает механизмы удерживания веществ неподвижной фазой, принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, оценивает практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации; ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Адсорбционная хроматография. Осадительная хроматография	Отчет по практической работе Вопросы коллоквиума	Теоретические вопросы к зачету № 13–18, 22
8	УК-1.2. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа проблемной ситуации; Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, оценивает практические последствия реализации действий по разреше-	Ионообменная хроматография	Отчет по практической работе Вопросы коллоквиума	Теоретические вопросы к зачету № 20



	нию проблемной ситуации.			
9	УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации и построения обобщенной модели; ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Хроматографические методы для очистки и разделения полимеров и биологически активных веществ	Устный опрос	Теоретические вопросы к зачету № 19, 20
10	УК-1.2. Знает механизмы удерживания веществ неподвижной фазой, принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; ПК-1.2. Владеет навыками обращения с приборами и оборудованием, необходимым для различных хроматографических методов и способов подготовки веществ и их смесей к проведению исследования.	Капиллярный электрофорез		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 (УК-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 (УК-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 (ПК-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 (ПК-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 (УК-1, 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, ПК-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)  
*План ответа: Понятие об ионитах (катиониты, аниониты, амфолиты). Константа ионного обмена. Обменная емкость. Селективность в ионообменной хроматографии.*
  21. Аффинная хроматография, ее селективность (УК-1, ПК-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 (ПК-1)  
*План ответа: Способы и условия получения осадков. Области применения.*
  23. Капиллярная хроматография, ее преимущества перед обычной колоночной (ПК-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 запланированных



лабораторных работ, оформления и сдачи отчетов по выполненным работам, объяснения полученных результатов и подготовки ответов на вопросы коллоквиума; выполнения 2х семестровых заданий, одно из которых включает в себя обработку хроматограммы, полученной методом ГЖХ, другое – расшифровку масс-спектра неизвестного органического соединения, и 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 лабораторных работ, сдача по ним отчетов и ответов на вопросы коллоквиума	В отчете допущены существенные ошибки, отсутствуют уравнения реакций, сделаны необоснованные выводы; или отсутствует отчет по практической работе	Полный и развернутый отчет с правильно произведенными расчетами, приведенными уравнениями реакций, обоснованными выводами, даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы;
Выполнение 2х семестровых заданий	Допущены ошибки в расчетах характеристик удерживания и концентраций компонентов, определении природы неподвижной фазы или неизвестных компонентов, или неправильная идентификация вещества по масс-спектру	Полный анализ хроматограммы и правильно выполненные расчеты, или правильная идентификация неизвестного вещества по масс-спектру с указанием происхождения полученных фрагментов
Подготовка ответа на вопрос к зачету	Разрозненные и бессистемные знания по предмету; беспорядочное изложение материала; искажающие смысл ошибки в определении понятий и формулировке теоретических	Владение понятийным аппаратом и содержанием учебного материала, логически обоснованное построение ответа; привлечение фактического материала; в ответе допускаются ошибки и неточности, которые



	положений; неумение применять знания для объяснения фактов.	исправляются студентом после указания на них.
--	---	---

### 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 (разрозненные бессистемные знания, неумение объяснить положение компонентов на хроматограмме) соответствует оценке «Незачет».