

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Васильевич Должность: Ректор Дата подписания: 15.09.2025 10:43:11 Уникальный идентификатор: 04c19ed8bfb98f5bbcb77a48bb9a878808522525	МИНОБРАЗОВАНИЯ 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) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	--	--	--------

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

**Хроматография**

Направление подготовки (специальность)  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)  
Органическая и биоорганическая химия

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



## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

Направленность (профиль) *Органическая и биоорганическая химия*

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, выработать 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».