



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»



УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета, доц.

А.И. Вильмс А.И. Вильмс

2023 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.03 ХРОМАТОГРАФИЯ**

Направление подготовки **04.04.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки **научно-технологический**

Квалификация выпускника - **магистр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК факультета

Протокол № 5 от «09» июня 2023 г.

Председатель *А.И. Вильмс*
А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой аналитической химии, физической и коллоидной химии, теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов

Протокол № 6 от «16» мая 2023 г.

Зав. кафедрой *А.Г. Пройдаков* А.Г. Пройдаков

Протокол № 6 от «08» июня 2023 г.

И.о. зав. кафедрой *Л.Б. Белых* Л.Б. Белых

Протокол № 9 от «02» июня 2023 г.

Зав. кафедрой *О.А. Эдельштейн* О.А. Эдельштейн

Иркутск 2023г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре АОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	10
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
а) перечень литературы	10
б) периодические издания	10
в) список авторских методических разработок	10
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	10
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	11
6.2. Программное обеспечение:	11
6.3. Технические и электронные средства обучения:	12
VII. Образовательные технологии	12
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	12

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цели:

познакомить с современным состоянием хроматографических методов, раскрыть теоретические и экспериментальные принципы, показать возможности хроматографии как метода анализа сложных смесей веществ, обладающего большой степенью надежности и воспроизводимости. Сформировать представления о теоретических основах, о многообразии хроматографических методов и решаемых ими задач при их использовании в профессиональной научно-исследовательской, и производственной деятельности.

Задачи:

ознакомить с теоретическими подходами к описанию хроматографического процесса и выбором условий хроматографирования при применении различных видов хроматографии (ГЖХ, ВЭЖХ, ТСХ и т.д.); с физико-химическими основами разделения в адсорбционной, распределительной, ионообменной, химической, аффинной видах хроматографии; формирование представлений об основных характеристиках хроматограмм и критериях разделения веществ, о факторах, определяющих селективность и эффективность разделения. Ознакомление с отечественной и зарубежной аппаратурой (хроматографы, интерфейсы, дополнительные аналитические системы в гибридных методах и др.); обучение приемам идентификации компонентов в методах газовой хроматографии и ВЭЖХ с учетом типа детекторов. Применение полученных теоретических знаний и практических навыков при обработке результатов качественного и количественного анализа для выполнения индивидуальных заданий и научно-исследовательских работ.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ АОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) «Хроматография» относится к обязательной части программы (к части, формируемой участниками образовательных отношений) Б1.В.03.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

«Математика» (Б1.О.10),

«Механика и молекулярная физика» (Б1.О.12),

«Общая химия. Химия неметаллов» (Б1.О.15),

«Математическая теория эксперимента» (Б1.В.02),

«Органическая химия» (Б1.О.19),

«Аналитическая химия» (Б1.О.17),

«Физическая химия. Химическая термодинамика» (Б1.О.24),

«Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» (Б1.О.25).

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

«Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.25),

«Химия лекарственных препаратов» (Б1.В.ДВ.02.01),

«Физические и физико-химические методы выделения, очистки и исследования природных биологически активных соединений» (Б1.В.ДВ.02.02),

«Использование хроматографии и электрохимических методов в анализе объектов сложного состава» (Б1.В.ДВ.03.01),

выполнения квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и АОП ВО по данному направлению подготовки (специальности): 04.04.01 «Химия», профиль: Научно-технологический.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-4</i> Способен обрабатывать результаты работ химической направленности с использованием стандартных методов и методик	<i>ИДК ПК-4.1</i> Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеть: навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)
	<i>ИДК ПК-4.4</i> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Владеть: навыками составления протоколов испытаний, отчетов о выполненной работе по заданной форме
<i>ПК-5</i> Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения	<i>ИДК ПК-5.3</i> Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знать: способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования
		Уметь: оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов
 в том числе 0.97 зачетная единица, 35 часов на экзамен.
 Из них 45 часа – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточн ой аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа + КО	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации + КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Основы хроматографии	1	48,34	15	12	15	1,34	20	Проверка отчетов по ЛР, практические задания
2	Высокоэффективная жидкостная хроматография	1	48,33	15	12	15	1,33	20	Проверка отчетов по ЛР, практические

									задания
3	Газовая хроматография	1	48,33	15	12	15	1,33	20	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, проверка рефератов

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
1	Основы хроматографии	Подготовка отчётов по ЛР		20	Проверка отчета по работе. УО	См. основную и дополнительную литературу
1	Высокоэффективная жидкостная хроматография	Подготовка отчётов по ЛР		20	Проверка отчета по работе. УО	См. основную и дополнительную литературу
1	Газовая хроматография	Подготовка отчётов по ЛР Подготовка рефератов		20	Проверка реферата Проверка отчета по работе. УО	См. основную и дополнительную литературу
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				60		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)						

4.3 Содержание учебного материала

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы хроматографии	Определение состава керосина комбинированным методом адсорбционной хроматографии на силикагеле	1,7		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
2	Основы хроматографии	Определение красителей методом колоночной хроматографии на оксиде алюминия	1,7		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
3	Основы хроматографии	Определение адсорбционной активности силикагеля	1,7		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
4	Основы хроматографии	Определение состава аминокислот методом распределительной хроматографии на бумаге	1,7		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
5	Основы хроматографии	ТСХ моно- и дисахаридов	1,7		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
6	Основы хроматографии	Выделение уксусной кислоты из ацетата натрия методом ионообменной хроматографии	1,7		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
7	Основы хроматографии	Гель-хроматография углеводов	1,6		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
8	Основы хроматографии	Определение качественного состава смеси углеводов методом газовой хроматографии	1,6		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
9	Основы хроматографии	Определение количественного	1,6		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4

		состава смеси органических соединений методом ГЖХ				ПК-5.3
10	Высокоэффективная жидкостная хроматография	1.Разделение смеси ароматических углеводов методом ВЭЖХ с обращенной фазой	3		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
11	Высокоэффективная жидкостная хроматография Высокоэффективная жидкостная хроматография	2.Оценка содержания фенолов в копченых продуктах и сточных водах	3		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
		3.Определение алкалоидов пуринового ряда- кофеина, теобромина и теофиллина в пищевых продуктах и лекарственных препаратах	3		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
12	Высокоэффективная жидкостная хроматография	4.Определение жирорастворимых витаминов (А, Д, Е) в поливитаминных препаратах	3		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
13	Высокоэффективная жидкостная хроматография	5.Определение, водорастворимых витаминов (С, НК, В6, В1, В2, В12) в поливитаминных препаратах.	3		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
14	Газовая хроматография	Газо-адсорбционная хроматография. Анализ воздуха на колонке с молекулярными ситами	5		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
15	Газовая хроматография	Газожидкостная хроматография. Количественный анализ с использованием поправочных коэффициентов	5		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
16	Газовая хроматография	Определение теплоты и энтропии растворения на основе хроматографических	5		УО, О	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3

		измерений.				
--	--	------------	--	--	--	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Основы хроматографии	Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-4, ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
2	Высокоэффективная жидкостная хроматография	Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-4, ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3
3	Газовая хроматография	Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий. Подготовка рефератов	ПК-4, ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.4 ПК-5.3

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, написанием рефератов, проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедр.

4.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов) *нет*

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Конюхов, В. Ю. Хроматография [Текст] : учебник / В. Ю. Конюхов. - СПб.: Лань, 2012. - 222 с.: ил.; 20 см. - Библиогр.: с. 218-220. - ISBN 978-5-8114-1333-1.
2. Другов, Ю. С. Газохроматографический анализ природного газа [Электронный ресурс] / Ю. С. Другов. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 174 с.: ил.; 25 см. - (Методы в химии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 172 (14 назв.). - ISBN 978-5-94774-763-8
3. Хенке, Х. Жидкостная хроматография / Х. Хенке; пер. с нем. Н. Е. Киреева; ред. А.

А. Демин. - М.: Техносфера, 2009. - 263 с.: ил.; 25 см. - Библиогр.: с. 220- 223. - ISBN 978-5-94836-198-7:

4. Москвин, Л. Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии [Текст]: учебник / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 348 с.: ил.; 21 см. - ISBN 978-5-91559-129-4:

5. Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем [Текст]: учеб. пособие / С. Сычев

б) перечень основной литературы

6. Гольберт, К. А. Введение в газовую хроматографию [Текст] / К.А. Гольберт, М.С. Вигдергауз. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1990. - 351 с.: ил.; 21см. - ISBN 572450412X:

7. Количественный анализ хроматографическими методами [Текст] / Э. Грушка, Э. Йенсен, С. Хатиб и др. ; Ред. Э.Кэц; Перевод с англ. А.В. Родионова и др.; Под ред. В.Г. Березкина. - М.: Мир, 1990. - 319 с.: ил.; 22см. - ISBN 5030012109:



в) список авторских методических разработок:

1. Макаров В. А. Хроматография (методические рекомендации к практическим занятиям). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2005. – 42 с.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.msu.ru/libraries/>

Данный интернет источник – это сайт Московского государственного университета, на котором представлены различные информационные материалы.

2. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/>

Данный Интернет- источник – это сайт южного федерального университета (РГУ), на котором представлены различные лекции

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой и реактивами, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 402, 426, 303); ауд. 5, 402, 426 оборудованы мультимедийными проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU.

- компьютерный класс кафедры физической и коллоидной химии (ауд. 303). Общее количество единиц вычислительной техники – 5: Pentium IV – 1 шт.; Pentium III – 1 шт.; Pentium I – 3 шт. Имеется локальная сеть.

лабораторный практикум (ауд. 321), оснащенные следующим оборудованием:

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Хроматограф «Милихром 1».	1
2.	pH -метр.	1
3.	Центрифуга	1
4.	Весы аналитические	1
5.	Сушильный шкаф	1
6.	Мерные колбы на 25, 50, 100 мл	20,20,20
7.	Градуированные пипетки	в ассортимент
8.	Мерные цилиндры	в ассортимент
9.	Градуированные пробирки	в ассортимент
10.	Агатовая ступка, фарфоровая ступка	1; 10
11.	Водяная и песчаная бани	2; 1
12.	Вакуумный испаритель	1
13.	Насос Камовского, водоструйный насос	1; 1
14.	Весы ВЛТК-500	1
15.	Хроматограф ЛХМ 8 МД	3
16.	Хроматограф Хроматэк-Кристалл 5000.2	1
17.	Штатив	5
18.	Набор химической посуды (стаканы, пробирки, и т.д.)	В необходимом кол-ве

6.2. Программное обеспечение:

Хроматэк Аналитик

6.3. Технические и электронные средства обучения:

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Наименование тем занятий с указанием форм/методов/технологий дистанционного, интерактивного обучения:

№ п/п	Тема занятия	Вид занятия	Форма/методы/технологии и дистанционного, интерактивного обучения	Кол-во часов
1	2	3	4	5
1	Основы хроматографии	лабораторные/практические	Групповая дискуссия/ролевые игры	15
2	Высокоэффективная жидкостная хроматография	лабораторные/практические	Групповая дискуссия / ролевые игры	15
3	Газовая хроматография	лабораторные/практические	Групповая дискуссия / ролевые игры	15
Итого часов:				45

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы (ОМ):

8.1.1. Оценочные материалы для входного контроля

8.1.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции (компоненты), которые контролируются
1	2	3	4
1	Подготовка реферата. Ролевые игры.	Основы хроматографии	ПК-4, ПК-5
2	Подготовка реферата. Ролевые игры.	Высокоэффективная жидкостная хроматография	ПК-4, ПК-5
3	Подготовка реферата. Ролевые игры.	Газовая хроматография	ПК-4, ПК-5

Темы для рефератов

1. Общие сведения о хроматографии
2. Теория равновесной газовой хроматографии
3. Теории неравновесной хроматографии
4. Качественный и количественный газохроматографический анализ
5. Физико-химическое применение газовой хроматографии
6. Факторы, влияющие на эффективность разделения
7. Детекторы

Программа оценивания контролируемых компетенций:

Тема или раздел дисциплины ¹	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
					ТК ³	ПА ⁴
Основы хроматографии	ИДК ПК-4.1 Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеть: навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет материалом по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.	УО, О	Экзамен
	<i>ИДК ПК-4.4</i> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Владеть: навыками составления протоколов испытаний, отчетов о выполненной работе по заданной форме	Владеет навыками составления протоколов испытаний, отчетов о выполненной работе по заданной форме	Владеет материалом по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам	УО, О	
	<i>ИДК ПК-5.3</i> Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знать: способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования Уметь: оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знает способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования Умеет оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знает материал по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.	УО, О	
Высокоэффективная жидкостная хроматография	ИДК ПК-4.1 Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеть: навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет материалом по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.	УО, О	Экзамен
	<i>ИДК ПК-4.4</i> Составляет протоколы	Владеть: навыками составления протоколов испытаний, отчетов о	Владеет навыками составления протоколов испытаний, отчетов о	Владеет материалом по основам хроматографии	УО, О	

	испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	выполненной работе по заданной форме	выполненной работе по заданной форме	по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.	
	<i>ИДК ПК-5.3</i> Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знать: способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования Уметь: оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знает способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования Умеет оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знает материал по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.	УО, О
Газовая хроматография	<i>ИДК ПК-4.1</i> Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеть: навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет навыками обработки полученных результатов исследований с использованием стандартных методов (методик)	Владеет материалом по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам. Представил реферат.	УО, О, Р
	<i>ИДК ПК-4.4</i> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Владеть: навыками составления протоколов испытаний, отчетов о выполненной работе по заданной форме	Владеет навыками составления протоколов испытаний, отчетов о выполненной работе по заданной форме	Владеет материалом по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам. Представил реферат.	УО, О, Р
	<i>ИДК ПК-5.3</i> Способен оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знать: способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования Уметь: оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знает способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования Умеет оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования	Знает материал по основам хроматографии по итогам устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам. Представил реферат.	УО, О, Р

У –устный опрос, Кл-коллоквиум, О-отчет по лабораторной работе, К- контрольная работа, Р - реферат

Промежуточная аттестация (экзамен) может проводиться в форме устного собеседования.

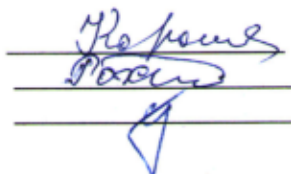
ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ:

1. Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография. Теоретические основы метода. Идеальная равновесная хроматография. Статика, динамика и кинетика процессов, протекающих в хроматографической колонке.
2. Аппаратура для колоночной хроматографии: колонки, коллекторы для сбора фракций, детекторы и др. Неподвижные фазы — адсорбенты. Требования к адсорбентам, классификация, характеристика наиболее распространенных адсорбентов. Силикагель, оксид алюминия, молекулярные сита, активированный уголь. Методы определения активности адсорбентов.
3. Подвижные фазы — растворители и десорбенты. Элюотропные ряды. Требования к подвижным фазам. Качественный и количественный анализ. Препаративная хроматография.
4. Распределительная хроматография.
 1. Роль конвективного переноса, диффузии и сорбционного равновесия в хроматографическом процессе. Коэффициент ёмкости, константа распределения, подвижность, коэффициент R_f . Работы Н.А. Фукса. Теория линейной распределительной хроматографии. Неподвижная и подвижная фазы в распределительной хроматографии.
 2. Бумажная хроматография.
 3. Методы бумажной хроматографии (восходящая, нисходящая, повторная, двумерная, круговая), понятия и названия. Хроматографическая бумага, правила работы с бумагой. Метод обращенных фаз. Выбор неподвижной фазы. Требования к неподвижным фазам. Выбор подвижной фазы. Растворители и требования к ним.
 4. Тонкослойная хроматография.
 5. Методы ТСХ, понятия и названия. Аппаратура для ТСХ: пластины, сканирующие устройства, камеры для приготовления пластин с закрепленным слоем, камеры для хранения пластин, хроматографические камеры. Неподвижные фазы в ТСХ, требования к ним. Активность слоя и правило Штала. Подвижные фазы, элюотропный ряд Штала. Качественный анализ (метод специфических цветных реакций, метод «свидетелей» и др). Методы количественного анализа. Препаративная ТСХ.
 6. Ионообменная хроматография.
 7. Теоретические основы метода. Ионный обмен, пять стадий ионного обмена, ионообменное равновесие, изотерма ионного обмена. Ряды сродства. Ионный обмен в смешанных средах.
 8. Аппаратура для ионообменной хроматографии. Иониты, требования к ним, классификация ионитов, структура синтетических ионитов, химическое строение ионитов.
 9. Подвижные фазы в ионообменной хроматографии, рН и ионная сила — основные свойства подвижной фазы. Качественный и количественный анализ.
 10. Гель — хроматография.

11. Теоретические основы метода. Механизм молекулярно-весового распределения. Основные понятия. Модель пространственного запрета, разрешение, эффективность, селективность. Величины измерений в ГПХ.
12. Типы гелей, их структурные особенности. Требования, предъявляемые к гелям. Селективность гелей. Подвижная фаза. Требования к растворителям. Условия применения растворителей. Аппаратура ГПХ. Качественный и количественный анализ.
13. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), ее современное состояние в мире и РФ. Типичные задачи, решаемые методом ВЭЖХ.
14. Блок-схема современного жидкостного хроматографа, основные узлы хроматографа.
15. Хроматографическая колонка, оптимизация работы колонки, ее эффективность. Факторы, влияющие на эффективность колонки. Теория тарелок, понятие о высоте, эквивалентной теоретической тарелке (ВЭТТ) и приведенной высоты эквивалентной теоретической тарелки (ПВЭТТ).
16. Размывание в колонке (вихревая, молекулярная диффузии, сопротивление массопередаче).
17. Уравнение Ван-Деемтера, его графическое отображение, выбор оптимальных условий хроматографирования.
18. Требования к жидкостям, входящим в состав элюента. Вклад подвижной фазы в процессы хроматографирования.
19. Размывание вне колонки, способы его уменьшения.
20. Вопросы теории современной ВЭЖХ.
21. Сорбенты, используемые в ВЭЖХ. Сорбенты на основе силикагеля: прямофазные и обращеннофазные сорбенты, их достоинства и недостатки.
22. Способы инактивации остаточных силанолов в модифицированных сорбентах (алкильные мостики, полимерные сорбенты).
23. Сорбенты нового поколения. Сорбенты фирмы Сайлс, их достоинства.
24. Современные колонки (монолитные, перфузионные, с сорбентами специфическими, углеродными). Система оценки сорбентов в колонках.
25. Детекторы в ВЭЖХ, их классификации. Общие свойства детекторов, требования к ним.
26. Специфические и универсальные детекторы, их характеристики.
27. Изократическое и градиентное элюирование.
28. Сущность газо-адсорбционной хроматографии (ГАХ)
29. Виды адсорбентов, применяемых в газовой хроматографии. Их классификации.
30. Молекулярные сита и их применение в ГАХ.
31. Модифицирование поверхности адсорбентов.
32. Качественный газохроматографический анализ. (Идентификация методом добавок. Индексы удерживания Ковача. Реакционная аналитическая хроматография. Метод вычитания пиков. Метод «сдвига» пиков.)
33. Метод внутренней нормализации (нормировки) без применения и с применением калибровочных коэффициентов.
34. Принцип действия, устройство и характеристики катарометра (детектор по теплопроводности).
35. Сущность газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ).

36. Виды адсорбентов, применяемых в ГЖХ, их классификация.
37. Количественный газохроматографический анализ (графический метод измерения площадей пиков (в случае полного и неполного разделения пиков). Методы расчета хроматограмм (метод абсолютной калибровки, метод внутреннего стандарта).
38. Факторы, влияющие на эффективность разделения (требования, предъявляемые к газу-носителю и неподвижным жидким фазам).
39. Принцип действия, устройство и характеристики пламенно-ионизационного детектора.
40. Диффузионно-массообменная теория Ван-Деемтера.
41. Физико-химическое применение ГХ: построение изотермы сорбции, определение теплоты и энтропии сорбции, определение удельной поверхности адсорбентов по объемам удерживания, определение удельной поверхности методом тепловой десорбции азота.

Разработчики:



доцент Г.Н. Королева
доцент Е.Ф. Рохина
доцент Н.И.Скрипов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 – «Химия».

Программа рассмотрена на совместном заседании кафедры аналитической, физической и коллоидной химии, кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов.

Протокол № 6 от «18» мая 2023 г.

Зав. кафедрой  А.Г. Пройдаков

Протокол № 6 от «08» июня 2023 г.

И.о. зав. кафедрой  Л.Б. Бельх

Протокол № 9 от «02» июля 2023 г.

Зав. кафедрой  О.А. Эдельштейн

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.