



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ  
Декан Вильмс А.И.  
17 мая 2021г.



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **Б1.В.ДВ.03.01**


**Использование хроматографии и электрохимических методов в  
анализе объектов сложного состава»**

Направление подготовки **04.03.01 – «Химия»**

Направленность подготовки: **Химия.**

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК химического  
факультета  
Протокол №6 от 17 мая 2021г.  
Председатель  А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой  
аналитической химии,  
Протокол №\_4 от 10.04.2021 г.

Зав. кафедрой,  
А.Г. Пройдаков



Иркутск 2021 г.

## Содержание

стр.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины (модуля)
  - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)
  - 5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)
  - 5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов
  - 6.1. План самостоятельной работы студентов
  - 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):
  - а) основная литература;
  - б) дополнительная литература;
  - в) программное обеспечение;
  - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

## I. Цели и задачи дисциплины:

**Цели:** познакомить студентов с теоретическими основами, возможностями, областью применения методов анализа, аппаратурой, методическими подходами, навыками практического использования электрохимических, хроматографических методов анализа для решения практических аналитических задач, а также задач исследовательского характера.

**Задачи:** - познакомить студентов с приемами постановки задачи исследования образца, выбором метода анализа. Познакомить студентов с приемами контроля качества продукции, содержания определяемого компонента, наличия примесей. Выполнение действий, предусмотренных методиками испытаний продукции.

---

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина «Использование хроматографии и электрохимических методов в анализе объектов сложного состава» относится к вариативной части учебного плана программы подготовки по направлению 04.03.01 Химия. программы (курс по выбору).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

№ п/п	Код дисциплины	Наименование предшествующих дисциплин
1.	Б1.0.18	Аналитическая химия
2.	Б1.0.19	Физико-химические методы анализа
3.	Б1.0.23	Информатика и вычислительная техника
4.	Б1.В.02	Математическая теория эксперимента
5.	Б1.0.15	Оптика и строение атома
6.	Б1.В.ДВ.08.01	Гидрохимия

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: полученные знания, умения и навыки необходимы при дальнейшей работе в сферах профессиональной деятельности: здравоохранение – Контроль качества лекарственных средств, рыбоводство и рыболовство – Гидрохимия. При продолжении обучения в магистратуре.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению 04.03.01 «Химия», профиль: химия.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
ПК-3 Способен готовить объекты исследования (вещества синтетического и природного происхождения, материалы и пр.) и проводить их изучение по заданным методикам.	ИДК <sub>ПК-3.2</sub> Проводит экспериментальные работы по готовым методикам	<b>Уметь:</b> Пользоваться современными приборами и оборудованием: потенциометры, кулонометры, хроматографы. <b>Владеть:</b> стандартными методиками анализа проб различного происхождения.
ПК-4 Способен обрабатывать результаты работ химической направленности с использованием стандартных методов и методик	ИДК <sub>ПК-4.3</sub> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	<b>Уметь:</b> вести журнал результатов наблюдений, оформлять результаты эксперимента в соответствии с требованиями. <b>Владеть:</b> методами математической статистики, применяемыми при обработке результатов анализа объектов природной и производственной среды.
ПК-5 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления качественного и количественного состава анализируемого вещества	<b>Знать:</b> теоретические основы физико-химических методов анализа, их преимущества, недостатки и области применения. <b>Знать:</b> методы и средства контроля характеристик поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий. <b>Уметь:</b> Проводить испытания сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции с помощью химических, физико-химических методов.
	ИДК <sub>ПК-5.2</sub> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	<b>Знает:</b> Характеристики лабораторного оборудования, применяемого при анализах, правила его эксплуатации, порядок проведения калибровки, проверки работоспособности.

--	--	--



#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа. Форма промежуточной аттестации: ЗАО.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

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

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	лабораторные занятия		КСР+ КО+ Консультации		
				Всего часов	Из них практическая подготовка			
	Электрохимические методы анализа		8	16	16	4	22	собеседование по теме предстоящей лабораторной работы, выполнение лабораторной работы, оформление отчета.
	Хроматографические методы анализа		10	18	20	4	23	
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>2+1+8</b>	<b>45</b>	Зачет с оценкой

*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена практическая подготовка в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью*

#### 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.)		
7	<i>Кулонометрические методы анализа</i>	подготовка к устному опросу см. вопросы текущего контроля		7	Собеседование, написание отчетов по ЛР	См. список лит-ры №3 доп. методич. указания (ИСЭ)
7	<i>Потенциометрические методы анализа</i>	подготовка к устному опросу см. вопросы текущего контроля		15	Собеседование, написание отчетов по ЛР	См. список лит-ры №3
7	<i>Хроматографические методы анализа</i>	подготовка к устному опросу см. вопросы текущего контроля		23	Собеседование, написание отчетов по ЛР	Методич. указания, См. список лит-ры №1,2,3
<b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b>				<b>45</b>		





### **4.3 Содержание учебного материала Содержание разделов и тем дисциплины.**

**1. Электрохимические методы** обнаружения и определения, их роль в аналитической химии. Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические реакции и их особенности. Отличие электрохимической реакции от химической. Электрохимическая цепь. Перенапряжение. Поляризация и виды поляризующих напряжений. Эквивалентные схемы электролизной ячейки и их связь с электрохимическими методами. Классификация методов.

#### **1.1. Кулонометрический метод анализа.**

Теоретические основы кулонометрических методов анализа и их классификация. Принцип метода, условия, обеспечивающие 100% выход по току при проведении электролиза. Основные типы химических реакций, используемые в практике кулонометрического метода анализа. Способы измерения количества электричества. Методы определения момента окончания электролиза. Потенциостатическая и амперостатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование с внешней и внутренней генерацией титранта. Области применения кулонометрического метода анализа, аппаратура. Факторы, обеспечивающие высокую чувствительность и точность кулонометрического метода анализа.

#### **1.2. Потенциометрический метод анализа.**

Потенциометрия с отсутствием тока и с использованием поляризованных электродов. Международное соглашение о знаках. Индикаторные и стандартные электроды, их классификация, разновидности, устройство, механизм действия. Требования, предъявляемые к индикаторным и стандартным электродам. Принцип и техника измерения ЭДС компенсационным способом, аппаратура.

Прямые и косвенные потенциометрические методы анализа. Потенциометрическое определение рН, механизм действия, области применения и характеристика стеклянного, сурьмяного и хингидронного электродов. Способы экспериментального определения рН. Потенциометрическое титрование по различным типам химических реакций. Титрование в неводных средах. Потенциал полунейтрализации как химико-аналитическая характеристика электролитов. Выбор растворителя. Кривые потенциометрического титрования, способы нахождения конечной точки титрования. Факторы, определяющие величину скачка потенциала индикаторного электрода в момент эквивалентности при потенциометрическом титровании по различным типам химических реакций. Потенциометрическое титрование смеси близких по свойствам веществ. Дифференциальное потенциометрическое титрование.

Некомпенсационное потенциометрическое титрование, титрование на «нуль», титрование с биметаллическими электродами.

**1.3. Ионометрия.** Ионоселективные электроды (ИСЭ), их классификация, устройство, механизм действия. Уравнение Нернста для ионоселективных электродов. Классификация ИСЭ по типу мембран. Обзор наиболее распространенных ИСЭ. Основные электрохимические характеристики ИСЭ, способы их практического определения, градуировка ИСЭ. Техника анализа с использованием ИСЭ. Метод калибровочных кривых, прямое определение по рН- или рС- шкале измерительного прибора. Методы титрования. Определение концентрации методом стандартных добавок. Применение ИСЭ в различных отраслях.

#### **2. Хроматографические методы анализа.**

Развитие хроматографического анализа. Классификация хроматографических методов. Классификация по механизму разделения: абсорбционная, распределительная, ионообменная, химическая (краткая характеристика).

## **2.1. Высокоэффективная жидкостная хроматография.**

Место ВЭЖХ в хроматографии, достоинства, недостатки. Некоторые термины и определения.

**2.2. Принципы и основы теории ВЭЖХ.** Хроматографический процесс в колонке: удерживание, размывание, разделение, хроматографический пик, симметрия пика. Эффективность колонки ( $N$ ,  $H$ ), разрешение колонки, пиковая емкость, селективность. Размывание хроматографических зон: неоднородность потока подвижной фазы, продольная молекулярная диффузия в подвижной и неподвижной фазах, кинетика массопередачи в неподвижной и подвижной фазах (уравнение Ван Деемтера).

**2.3. Влияние структуры веществ на удерживание.** Закономерности удерживания, сорбция аминов, неполярных и полярных веществ, органических и неорганических ионов.

**2.4. Параметры оптимизации хроматографического процесса.** Оптимальная скорость потока, нагрузка на сорбент, температура, давление, приборное уширение. Уравнение материального баланса. Гомогенность пиков. Механизмы удерживания: адсорбционный, распределительный. Обратная-фазовая хроматография: характеристика привитых фаз, элюотропный ряд. Виды взаимодействий (электростатические, водородные, диполь-дипольные, гидрофобные).

### **2.5. Сорбенты, используемые в ВЭЖХ.**

Классификация и требования к сорбентам в ВЭЖХ. Характеристики сорбентов: ионообменники, сорбенты на основе силикагеля, способы получения, функциональные группы. Свойства силикагелей: размер зерен, диаметр пор сорбента, концентрация силанольных групп, форма частиц. Обратная-фазные сорбенты, способы получения, рабочий диапазон рН.

**2.6. Состав элюентов для ВЭЖХ.** Вязкость, растворяющая способность, селективность. Содержание в элюентах воды, нейтральных солей, детергентов, буферных растворов. Изократическое и градиентное элюирование.

### **2.7. Детекторы для ВЭЖХ.**

Задачи детекторов, их характеристики и требования к ним. Специфические детекторы (УФ-спектрофотометры, флуориметрические). Универсальные детекторы (рефрактометрические, поляриметрические, электрохимические, химические).

Хроматографы, виды хроматографов. Хроматограф «Милихром», его возможности. Основные узлы.

Контроль объектов окружающей среды, качества пищевых продуктов, подлинности медицинских препаратов.

#### 4.3.1. Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
		Техника безопасности при выполнении работ в практикуме. Содержание практикума.			Собеседование	
1.	Электрохимические методы анализа	Кулонометрическое определение хлоридов в водах	3	3	устный опрос, проверка отчетов по выполненным работам	ИДК <sub>ПК</sub> -4.3 ИДК <sub>ПК</sub> -5.1 ИДК <sub>ПК</sub> -5.2
2.		Потенциометрическое определение хлоридов с двумя индикаторными электродами	3	3		
3.		Измерение рН с различными индикаторными электродами (стеклянным, сурьмяным, хингидронным)	4	4		
4.		Установление электрохимических характеристик нитратного ИСЭ. Ионометрическое определение нитратов в овощах.	4	4		
5.	Хроматографические методы анализа	Определение содержания фенолов в колбасных изделиях	4	4	устный опрос, проверка отчетов по выполненным работам	ИДК <sub>ПК</sub> -4.3 ИДК <sub>ПК</sub> -5.1 ИДК <sub>ПК</sub> -5.2
6.		Контроль за качеством растительного масла по содержанию витамина Е.	4	4		
7.		Определение содержания кофеина в кофе и чае	4	4		

8.	Контроль за содержанием салициловой кислоты в аспирине.	4	4	устный опрос, проверка отчетов по выполненным работам
9.	Освоение техники хроматографического анализа.	4	4	
10.	Освоение техники градиентного элюирования.	4	4	
<b>Итого</b>		34	34	

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
	<i>Кулонометрические методы анализа</i>	подготовка к устному опросу см. вопросы текущего контроля. Написание отчетов по ЛР	ПК-4, ПК-5	ИДК <sub>ПК-3.2</sub> ИДК <sub>ПК-4.3</sub> ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
	<i>Потенциометрические методы анализа</i>	подготовка к устному опросу см. вопросы текущего контроля. Написание отчетов по ЛР	ПК-4, ПК-5	ИДК <sub>ПК-3.2</sub> ИДК <sub>ПК-4.3</sub> ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
	<i>Хроматографические методы анализа</i>	подготовка к устному опросу см. вопросы текущего контроля. Написание отчетов по ЛР	ПК-4, ПК-5	ИДК <sub>ПК-3.2</sub> ИДК <sub>ПК-4.3</sub> ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связана с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде устного собеседования.

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 кафедры.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) не предусмотрены

### 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 : геохим (10)
2. **Сычев С. Н.** Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем [Текст] : учеб. пособие / С. Сычев, В. А. Гаврилина. - СПб. : Лань, 2013. - 255 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-8114-1377-5 : всего 16
3. **Аналитическая химия** : учебник: в 3 т. / ред. Л. Н. Москвин. - М. : Академия, 2008 - . - 23 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-3955-8.  
**Т. 2** : Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / И. Г. Зенкевич [и др.]. - 2008. - 300 с. : ил. - Библиогр.: с. 294-296. - ISBN 978-5-7695-3956-5 : всего 15 б) дополнительная литература
1. **Хенке, Ханс.** 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 : геохим (10)
2. **Москвин Л.Н.** Методы разделения и концентрирования в аналитической химии [Текст] : учебник / Л. Н. Москвин, О. В. Родинок. - 2-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 348 с. : ил. ; 21 см. - ISBN 978-5-91559-129-4 : всего 15
3. методические указания  
базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

**в) периодические издания (при необходимости)**

**г) список авторских методических разработок:**

1. **Ионоселективные электроды (теория и практика)** [Текст]: метод. указания / сост.: Н. Ф. Апрелькова, Д. А. Матвеев ; рец. Л. М. Димова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. - 35 с. - геохим (25)



**д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

**Интернет-источники:**

1. [http://www.krugosvet.ru/.../Himiya\\_analiticheskaya.html](http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_analiticheskaya.html)
2. <http://www.edu.ru/window/library?p...>
3. <http://www.anchem.ru>
4. <http://www.ximicat.com/index.php?...chemanalytica.com/->

### VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Помещения для проведения лекционных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой, а именно: аудитории, оснащенные мультимедийными средствами для проведения аудиторных занятий (ауд. 402, 426, корпус 6), лабораторные практикумы (лаб. 240, 339), оснащенные необходимым оборудованием и реактивами.

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Весы аналитические ВЛА-200	3
2.	Весы аналитические Сарто-ГОСМ ЛВ 210-А	3
3.	Весы технические КВ-№))	3
4.	Сушильный шкаф	3
5.	Центрифуга	2
6.	Встряхиватели	4
7.	Термостат И-10	2
8.	Иономер универсальный ЭВ-74	3
9.	Кулонометр БИ-1	1
10.	Кулонометр «Эксперт-006»	1
11.	рН-метр-иономер «Эксперт-001»	2
12.	рН-метр рН-340	2
13.	рН-метр рН-410	1
14.	рН-метр рН №5123	2
15.	Плитки электрические	6
16.	Хроматограф «Милихром-1»	3
17.	Мерные стаканы	30
18.	Мерные колбы	60
19.	Мерные пипетки	80
20.	Колбы для титрования	20
21.	Эксикаторы	6
22.	Водяная баня	2

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины используются лекции, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Оценочные средства (ОС):** для промежуточной аттестации в форме зачета

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций.

**Примерный перечень вопросов к зачету по курсу «Использование хроматографии и электрохимических методов в анализе объектов сложного состава»**

1. Электрохимические реакции и их особенности. Отличие электрохимической реакции от химической. Электрохимическая цепь. Перенапряжение. Поляризация и виды

поляризующих напряжений. Эквивалентные схемы электролизной ячейки и их связь с электрохимическими методами.

2. Электрохимические методы анализа, их особенности, преимущества, области применения, классификация.

3. Кулонометрический метод анализа. Способы определения момента окончания электролиза и измерения количества электричества.

4. Кулонометрическое титрование с внешней и внутренней генерацией титранта. Области применения кулонометрического метода анализа, аппаратура. Факторы, обеспечивающие высокую чувствительность и точность кулонометрического метода анализа.

5. Потенциометрия, принцип метода. Прямая и косвенная потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Вычисление потенциала электрода в различные моменты титрования. Кривые титрования, факторы, влияющие на величину скачка потенциала индикаторного электрода.

6. Равновесный потенциал электрода. Уравнение Нернста. Стандартный потенциал. Понятие о реальных потенциалах.

7. Назначение электродов в потенциометрии и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие индикаторные электроды (стеклянный, хингидронный, сурьмяный, серебряный). Их устройство, механизм действия.

8. Потенциометрическое титрование по различным типам химических реакций. Титрование в неводных средах. Потенциал полунейтрализации, как химико-аналитическая характеристика электролитов. Выбор растворителя.

9. Способы определения конечной точки титрования в потенциометрии

10. Принцип компенсационного способа измерения ЭДС. Не компенсационное потенциометрическое титрование, его разновидности.

11. Дифференциальное потенциометрическое титрование

12. Основные положения теории ионоселективных электродов, механизм действия.

13. Электроды с твердым токоотводом – электроды второго поколения. Полевые транзисторы с ионочувствительными мембранами, так называемые, ионоселективные полевые транзисторы (ИСПТ) – электроды третьего поколения.

14. Классификация ионоселективных электродов, их стандартизация.

15. Место ВЭЖХ в современной аналитической химии. Ее достоинства и недостатки. Основные этапы развития жидкостной хроматографии. ВЭЖХ как количественный метод химического анализа.

16. Аналитическая и препаративная хроматография – современное состояние. Адсорбционная, распределительная, эксклюзионная, ионообменная хроматография.

17. Исключенный, свободный, мертвый, геометрический объемы колонки.

18. Удерживание в хроматографической колонке. Симметрия пика.

19. Теория тарелок в хроматографии.

20. Факторы, влияющие на эффективность колонки.

21. Разрешение и селективность хроматографической колонки.

22. Механизм процессов, происходящих в колонке. Уравнение Ван Деемпера.

23. Критерии оптимизации хроматографического процесса. Факторы, определяющие величину давления на входе колонки. Влияние температуры. Основные факторы, определяющие форму хроматографического пика.

24. Доказательство правильности идентификации пиков на хроматограмме (спектры поглощения, спектральные отношения)

25. Сорбенты, используемые в колоночной жидкостной хроматографии. Основные требования, предъявляемые к сорбентам в ВЭЖХ

26. Силикагель и его хроматографические свойства.

27. Механизм адсорбции молекул на поверхности силикагеля. Достоинства и недостатки силикагеля.

28. Хроматография на обращенных фазах. Синтез обращенно-фазных сорбентов.



29. Регулирование селективности разделения на обращенных фазах. Закономерности удерживания веществ.

30. Распределительная хроматография. Гидрофобные взаимодействия и хроматография на обращенных фазах (ион-парная хроматография).

31. Детекторы в ВЭЖХ. Основные требования, предъявляемые к детекторам в ВЭЖХ. Спектрофотометрические детекторы. Принцип действия флуориметрического детектора. Рефрактометрический детектор. Электрохимические детекторы.

32. Изократическое и градиентное элюирование.

### Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Собеседование	Кулонометрический метод анализа. Способы определения момента окончания электролиза и измерения количества электричества. Кулонометрическое титрование с внешней и внутренней генерацией титранта. Области применения кулонометрического метода анализа, аппаратура Факторы, обеспечивающие высокую чувствительность и точность кулонометрического метода анализа.	ИДК <sub>ПК</sub> -5.1 ИДК <sub>ПК</sub> -5.2
2.	Выполнение лабораторной работы. Написание отчета.	Кулонометрический анализ проб природного и промышленного происхождения	ИДК <sub>ПК</sub> -3.2 ИДК <sub>ПК</sub> -4.3 ИДК <sub>ПК</sub> -5.2
3.	Собеседование	Назначение электродов в потенциометрии и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие индикаторные электроды (стеклянный, хингидронный, сурьмяный, серебряный). Их устройство, механизм действия.	ИДК <sub>ПК</sub> -5.1
4.	Выполнение лабораторной работы. Написание отчета.	Определение рН с различными индикаторными электродами. Потенциометрическое титрование с двумя индикаторными электродами.	ИДК <sub>ПК</sub> -3.2 ИДК <sub>ПК</sub> -4.3 ИДК <sub>ПК</sub> -5.2
5.	Собеседование	Основные положения теории ионоселективных электродов, механизм действия. Электроды с твердым токоотводом – электроды второго поколения. Полевые	ИДК <sub>ПК</sub> -5.1 ИДК <sub>ПК</sub> -5.2

		транзисторы с ионочувствительными мембранами, так называемые, ионоселективные полевые транзисторы (ИСПТ) – электроды третьего поколения. Классификация ионоселективных электродов, их стандартизация.	
6.	Выполнение лабораторной работы. Написание отчета.	Выполнение лабораторной работы по установлению электрохимических характеристик ИСЭ. Анализ пробы воды или лекарственного препарата	ИДК <sub>ПК-3.2</sub> ИДК <sub>ПК-4.3</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
7.	Собеседование	Аналитическая и препаративная хроматография – современное состояние. Адсорбционная, распределительная, эксклюзионная, ионообменная хроматография. Исключенный, свободный, мертвый, геометрический объемы колонки. Удерживание в хроматографической колонке. Симметрия пика. Теория тарелок в хроматографии. Факторы, влияющие на эффективность колонки. Разрешение и селективность хроматографической колонки.	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
8.	Собеседование	Критерии оптимизации хроматографического процесса. Факторы, определяющие величину давления на входе колонки. Влияние температуры. Основные факторы, определяющие форму хроматографического пика. Доказательство правильности идентификации пиков на хроматограмме (спектры поглощения, спектральные отношения)	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
9.	Собеседование	Сорбенты, используемые в колоночной жидкостной хроматографии. Основные требования, предъявляемые к сорбентам в ВЭЖХ Силикагель и его хроматографические свойства. Механизм адсорбции молекул на поверхности силикагеля. Достоинства и недостатки силикагеля.	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
10.	Собеседование	Хроматография на обращенных фазах. Синтез обращенно-фазных сорбентов. Регулирование селективности разделения на обращенных фазах. Закономерности удерживания веществ. Распределительная хроматография. Гидрофобные взаимодействия и хроматография на	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>

		<p>обращенных фазах (ион-парная хроматография). Детекторы в ВЭЖХ. Основные требования, предъявляемые к детекторам в ВЭЖХ. Спектрофотометрические детекторы. Принцип действия флуориметрического детектора. Рефрактометрический детектор. Электрохимические детекторы. Изократическое и градиентное элюирование.</p>	
<b>11.</b>	<p>Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.</p>	<p>Освоение техники хроматографического анализа. Освоение техники градиентного элюирования. Хроматографический анализ лекарственных препаратов и пищевых продуктов.</p>	<p>ИДК<sub>ПК</sub>-3.2 ИДК<sub>ПК</sub>-4.3 ИДК<sub>ПК</sub>-5.2</p>

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенций

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ИДК <sub>ПК-3.2</sub> Проводит экспериментальные работы по готовым методикам	<p><b>Уметь:</b> Пользоваться современными приборами и оборудованием: потенциометры, кулонометры, хроматографы.</p> <p><b>Владеть:</b> стандартными методиками анализа проб различного происхождения.</p>	Выполнение лабораторных работ.
ИДК <sub>ПК-4.4</sub> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме	<p><b>Уметь:</b> вести журнал результатов наблюдений, оформлять результаты эксперимента в соответствии с требованиями.</p> <p><b>Владеть:</b> методами математической статистики, применяемыми при обработке результатов анализа объектов природной и производственной среды.</p>	Оформление отчетов по лабораторным работам.
ИДК <sub>ПК-5.1</sub> Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления качественного и количественного состава анализируемого вещества	<p><b>Знать:</b> теоретические основы физико-химических методов анализа, их преимущества, недостатки и области применения.</p> <p><b>Знать:</b> методы и средства контроля характеристик поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий.</p> <p><b>Уметь:</b> Проводить испытания сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции с помощью химических, физико-химических методов.</p>	Собеседование. Выполнение лабораторных работ.
ИДК <sub>ПК-5.2</sub> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	<p><b>Знает:</b> Характеристики лабораторного оборудования, применяемого при анализах, правила его эксплуатации, порядок проведения калибровки, проверки работоспособности.</p>	Собеседование. Выполнение лабораторных работ.

**Критерии оценивания результатов обучения:**

1. Необходимо выполнить 9 лабораторных работ. Каждая работа оценивается максимум на 5 баллов. Оценивается техника выполнения, оформление отчетов.
2. Предусмотрено 11 собеседований. Каждая тема оценивается максимум на 5 баллов.

**Оценка «неудовлетворительно»**

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 50 баллов).

**Оценка «удовлетворительно»**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (50-69 баллов).

**Оценка «хорошо»**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок непринципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (70 - 85 баллов).

**Оценка «отлично»**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

**Разработчики:**



доцент

Г.Н. Королева Г.Н.



доцент

Н.Ф. Апрелькова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

10 апреля 2021 г.      Протокол № 4

Зав. кафедрой д.х.н.,  
профессор



А.Г. Пройдаков

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