



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра аналитической химии



УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
доц. А.И. Вильмс

“15” апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.В.ДВ.02.01**
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки **04.04.01 - Химия**

Направленность подготовки: **фундаментальная химия**

Квалификация выпускника – **МАГИСТР**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК
химического факультета

Протокол № 4 от «15» апреля 2025 г.

Председатель А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой аналитической химии,

Протокол № 4 от «10» марта 2025 г.

канд. хим. наук, доц. А. И. Вильмс

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	7
IV.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	7
IV.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
IV.3 Содержание учебного материала	9
IV.3.1 Перечень лабораторных работ	11
IV.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов	13
IV.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	13
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
VII. Образовательные технологии	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	15

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - ознакомить студентов с теоретическими основами, возможностями, областью применения и аппаратурой, привить навыки практического использования спектрофотометрических методов анализа для решения аналитических задач, а также для решения задач исследовательского и производственного характера.

Задачи - студенты должны овладеть приемами работы в различных направлениях, углубить знания, уметь правильно применять и совершенствовать методики, разрабатывать новые и выполнять различные химико-аналитические исследования в соответствии с поставленной перед ними научной проблемой.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Спектрофотометрические методы анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, элективные дисциплины Б1.В.ДВ.02.01.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Органическая химия», «Математика», «Математическая теория эксперимента», «Физика» на предыдущем уровне образования.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: для выполнения квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 04.04.01» Химия», профиль: фундаментальная химия.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-4 Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ИДК ПК-4.1 Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии	Уметь подготавливать изучаемые объекты для анализа, работать на соответствующей аппаратуре, используемой при выполнении эксперимента
	ИДК ПК4.2 Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии.	Владеть: навыками обработки полученных результатов с использованием стандартных методов (методик), навыками составления протоколов испытаний, отчетов о выполненной работе по заданной форме

ПК-5 Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ИДК _{ПК5.1} Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки и сопоставляет с литературными данными	Знать: теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов комплексообразования, способы оценки погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования
	ИДК _{ПК5.3} Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам)	Уметь: применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, оценивать погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования

Программа оценивания контролируемой компетенции:

Тема или раздел дисциплины ¹	Формируемый признак компетенции	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
				ТК ³	ПА ⁴
Применение закона электромагнитного излучения для решения задач аналитической химии	Знать: теоретические основы физико-химических методов анализа, причины несоблюдения ОЗС Уметь: рассчитывать истинные значения молярных коэффициентов поглощения. Владеть; навыками экспериментального определения коэфф-тов поглощения.	Знает общие закономерности ФХМА, причины Отклонений от ОЗС Умеет рассчитать истинные значения коэфф-тов поглощения различными методами	Владеет материалом, представленным в разделе 1. Вопросы для устного собеседования. Освоил методы расчета молярных коэфф-тов поглощения	УО, О, КЛ	Экзамен
Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования	Знать: теоретические основы спектрофотометрического метода анализа	Умеет применять методы насыщения, расчетные методы, методы изомолярных серий	Владеет материалом, представленным в разделе 2. Вопросы для устного	УО, КЛ, О	

и получения количественных характеристик	лиза. Уметь: устанавливать состав комплексов различными методами, форму лиганда и вид иона-комплексообразователя. Владеть: приемами расчета констант равновесия и образования.	рий и Асмуса для определения состава комплексов. Владеет методами расчета констант равновесия и констант образования.	собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.		
Выбор оптимальных условий для спектрофотометрических определений	Знать: теоретические основы спектрофотометрического метода анализа. Уметь: обрабатывать результаты эксперимента Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Уметь на практике применить полученные знания по выбору оптимальных условий комплексообразования. Правильно составить схему проведения анализа.	Владеет материалом, представленным в разделе 3. Вопросы для устного собеседования. Представил отчеты по лабораторным работам.	УО, О, Кл	
Методы количественного спектрофотометрического анализа	Знать: основные этапы спектрофотометрического анализа, способы определения концентрации веществ. Уметь: выбрать метод определения концентрации веществ: абсолютный или дифференциальный. Владеть: методами анализа многокомпонентных систем.	Знает методы количественного спектрофотометрического анализа. Умеет применить полученные знания на практике.	Владеет материалом, представленным в разделе 4. Вопросы для устного собеседования. Написание отчетов.	УО, О, Кл	

Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов	Знать: теоретические основы спектрофотометрического метода анализа. Уметь: применять СФ методы для определения отдельных элементов в различных объектах. Владеть: приемами пробоподготовки.	Умеет выбрать способ разложения анализируемых проб: стали, сплавы, промышленные и природные воды и т.д.	Владеет материалом, представленным в разделе 5. Вопросы для устного собеседования. Оформление отчетов.	УО, О,Кл	
Аппаратура	Знать: теоретические основы спектрофотометрического анализа.	Знает классификацию спектральных приборов, их характеристики, схемы оптических приборов.	Владеет навыками работы на ФЭКах и спектрофотометрах	Кл, УО	

УО- устный опрос

Кл-коллоквиум

О- отчет по лабораторным работам

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет **3 зачетных единиц, 108 ч**, в том числе **18 ч** на экзамен. Из них практическая подготовка **36 ч**.
 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)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточн ой аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися		Лекции	лабораторные занятия	Консультации + КО
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение. Применение основного закона светопоглощения для решения задач аналитической химии	4	15	6	4	6	1+2	2	Экзамен
2	Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получения количественных характеристик		27	12	4	12	1 +4	10	
3	Выбор оптимальных условий для спектрофотометрических определений Методы количественного спектрофотометрического анализа. Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов. Аппаратура		44	18	10	18	2+4	10	
				36	18	36	14	22	18

В рабочей программе по дисциплине при проведении лабораторных работ присутствует **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.)		
3	Введение. Применение основного закона светопоглощения для решения задач аналитической химии	Подготовка отчётов по ЛР		2	Проверка отчета по работе. УО	См. основную и дополнительную литературу
3	Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получения количественных характеристик	Подготовка отчётов по ЛР		10	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к лабораторным работам. Рекомендации по оформлению ЛР.
3	Выбор оптимальных условий для спектрофотометрических определений Методы количественного спектрофотометрического анализа. Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов. Аппаратура	Подготовка отчётов по ЛР		10	Проверка отчета по работе. УО	См. основную и дополнительную литературу
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				22		
Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)				22		

4.3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Содержание разделов и тем дисциплины

Введение

Спектрофотометрические методы анализа (фотоколориметрия и спектрофотометрия) в аналитической химии. Главные этапы и современное тенденции развития этого метода: использование двухволновой спектрофотометрии, спектров по первой и второй производной, метода анализа многокомпонентных систем. Преимущества метода: простота, высокая воспроизводимость, удобство использования в автоматизации аналитического контроля.

Поглощающие системы, используемые в количественном анализе, основанном на методе абсорбционной спектроскопии, и характер их спектров. Влияние различных факторов (поля лигандов, свойства растворителя) на вид спектров поглощения. Гауссовы составляющие сложного спектра. Современные тенденции использования в этих методах разнолигандных комплексов, макромолекул и свободных радикалов, смешанных сред и метода возникающих реагентов.

1. Применение закона поглощения электромагнитного излучения для решения задач аналитической химии.

Характеристика основных понятий и терминов. Молярный коэффициент поглощения; его значение для оценки чувствительности реакций, используемых в спектрофотометрических методах анализа, и их применимости для определения концентраций веществ в растворах в различных вариантах этого метода. Примеры вычислений истинных значений молярных коэффициентов поглощения.

Связь величин, характеризующих поглощающие свойства среды (экспериментально определяемый коэффициент поглощения), с теоретическими величинами, характеризующими поглощающие свойства электронной системы (молекулы) согласно квантовой теории. Сила осциллятора, интегральный коэффициент поглощения.

Причины несоблюдения закона поглощения электромагнитного излучения. Преимущества работы с монохроматическими излучениями. Пределы точности измерений величины поглощения. Источники ошибок (инструментальные и химические).

2. Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получение количественных характеристик.

Теоретические основы использования спектрофотометрического метода для изучения реакций комплексообразования. Спектрофотометрические методы определения констант диссоциации реагентов (расчетный, графический, метод Комаря). Установление состава комплексных соединений различными методами: изобестической точки, изомолярных серий, молярных отношений, сдвига равновесия, логарифмирования, прямой линии Асмуса и др. Методы спектрофотометрии для изучения реакций комплексообразования: определение формы лиганда и вида иона комплексообразователя, вступающих в реакцию; числа ионов водорода, выделяющихся в результате реакции комплексообразования. Установление числа лигандов, входящих во внутреннюю сферу комплекса. Вычисление коэффициентов конкурирующих (/побочных) реакций при комплексообразовании. Расчет констант равновесия и констант образования. Связь между истинной и условной константами.

3. Выбор оптимальных условий для спектрофотометрического анализа

1. Типы соединений, применяемых в фотометрическом анализе.
2. Выбор органического реагента для определяемого иона металла.
3. Изучение оптимальных условий комплексообразования.
4. Постоянство состава комплексов.
5. Определение прочности комплексов.
6. Учет влияния концентрации реагента
7. Учет влияния концентрации ионов водорода (рН).
8. Способы устранения влияния мешающих элементов.
9. Объекты анализа.

4. Методы количественного спектрофотометрического анализа

Основные этапы спектрофотометрического анализа. Классификация методов и способы определения концентраций. Абсолютный и дифференциальный методы. Варианты дифференциального метода. Метод спектрофотометрического титрования, кривые титрования, индикаторный и безындикаторный варианты. Спектрофотометрические методы анализа многокомпонентных систем без предварительного разделения компонентов. Экстракционно-спектрофотометрические методы. Выбор условий извлечения окрашенных комплексов. Производная спектрофотометрия. Закономерности, наблюдаемые в спектрах производных. Методы регистрации производных спектров. Преимущества производной спектрофотометрии по отношению к обычной спектрофотометрии. Использование лазеров в молекулярной абсорбционной спектроскопии. Лазерная термолинзовая спектроскопия (ЛТС). Измерение поглощательной способности анализируемых растворов в ЛТС. Кинетические методы, основанные на фотометрическом контроле. Применение гибридных методов.

5. Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов

Особенности методов анализа микроколичеств веществ. Спектрофотометрические методы определения некоторых элементов (алюминий, железо, галлий, кобальт, марганец, медь, молибден, никель, рений, редкоземельные элементы, титан, цинк, цирконий, кремний, мышьяк, фосфор и др.) в ряде объектов: сталях, сплавах, реактивах, промышленных и природных водах, особо чистых веществах.

6. Аппаратура

Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия, разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники. Фотоэлектроколориметры: ФЭК – М, ФЭК – 56, ФЭК – 60, КФК -2; спектрофотометры: СФ – 5, СФ – 4А, СФ – 16; регистрирующие спектрофотометры и автоматические анализаторы. Оптические схемы приборов.

4.3.1 Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Применение закона электромагнитного излучения для решения задач аналитической химии	<i>1.Преимущества фотометрирования при более высокой монохроматизации света</i>		-	Устный опрос, выполнение лабораторных работ, оформление отчетов	ИДК ПК-4.1
2	3. Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получения количественных характеристик	<i>2..Определение состава и константы устойчивости комплекса никеля с диметилглиоксимом.</i>	6	6		ИДК ПК-4.2
		<i>3.Установление состава комплекса железа с сульфосалициловой кислотой методом логарифмирования и определение содержания железа способом дифференциального фотометрирования.</i>	6	6		ИДК ПК-5.1
		<i>4.Изучение реакции комплексообразования ванадия с люмогаллионом.</i>	6	6		ИДК ПК-5.3
		<i>5.Разложение спектров поглощения комплексов</i>				

	Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получения количественных характеристик	<i>на гауссовы составляющие с использованием компьютерных программ.</i>	6	6		
	6.Методы количественного спектрофотометрического анализа	<i>6.Определение фтора в природных водах .</i> <i>7.Кинетическая методика определения марганца по реакции окисления кальциона ИРЕА пероксидом водорода.</i>	6 6	6 6		
			36	36		

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Применение закона электромагнитного излучения для решения задач аналитической химии	Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-4, ПК-5	ИДК ПК-4.1 ИДК ПК-4.2
2	Выбор оптимальных условий для спектрофотометрических определений	Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-4, ПК-5	ИДК ПК-5.1
3	Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов	Написание отчетов по ЛР, выполнение практических заданий.	ПК-4, ПК-5	ИДК ПК-5.3

4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с изучением теоретического материала по теме лабораторной работы и оформлением отчетов по выполненным лабораторным работам.

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 не предусмотрено

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

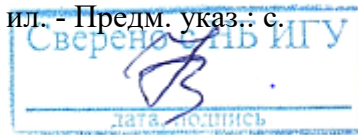
а) основная литература

1. **Атомно-абсорбционный анализ** [Текст] : учеб. пособие / А. А. Ганеев [и др.]. - СПб. : Лань, 2011. - 303 с. : ил. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-8114-1117-7 : всего 16
2. **Лебухов В. И.** Физико-химические методы исследования [Текст] : учеб. для подгот. бакалавров и магистров по напр. 100800 - "Товароведение" / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова ; ред. А. И. Окара. - СПб. : Лань, 2012. - 480 с. :

ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 479. - ISBN 978-5-8114-1320-1 :

3. **Васильев В.П.** Аналитическая химия [Текст] : учебник для студ. вузов, обуч. по химико-технолог. спец. : в 2 кн. / В. П. Васильев. - 6-е изд., стер. - М. : Дрофа. - 21 см. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-358-03520-1.

Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 383 с. : ил. - Предм. указ.: с. 371-375. - ISBN 978-5-358-03522-5 геохим (1)



б) дополнительная литература

1. 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

в) список авторских методических разработок

1. Кириллов А.И., Шаулина Л.П. Химический люминесцентный анализ Методические указания. Иркутск: Изд-во ИГУ. 2010.

2. Королева Г.Н., Шаулина Л.П., Туркина Л.А., Халикова Л.П. Метод эмиссионной фотометрии пламени. Методические указания. Иркутск: Изд-во ИГУ. 2010..

3. Королева Г.Н., Шаулина Л.П., Туркина Л.А., Халикова Л.П. Метод эмиссионной фотометрии пламени. Практическое руководство. Иркутск: Изд-во ИГУ. 2010..

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. [http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_1 – 16html](http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_1-16.html)

2. http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_analiticheskaya.html

3. www.windov.edu.ru/window/library?p...

4. www.novedu.ru

5. [www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya_himiya/
www.anchem.ru/](http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya_himiya/www.anchem.ru/)

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Кабинет № 206 оснащен оборудованием, комплектами плакатов, методическими указаниями, предназначенными для проведения лабораторных занятий.

№ п/п	Наименование	Количество
1.	pH – метр pH-410	1
2.	Весы аналитические Сарто ГОСМ ЛВ 210 А	1
3.	Водяная баня	1
4.	Фотоэлектроколориметр КФК – 2 МП	1
5.	Фотоэлектроколориметр КФК 2	1
6.	Спектрофотометр Specord UV VTS	1
7.	Спектрофотометр Specol -11	1
8.	Спектрофотометр «Промэколаб ПЭ-5300 В»	1

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные, так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технология иллюстративного объяснения с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач.

Наименование тем занятий с использованием интерактивных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Применение закона электромагнитного излучения для решения задач аналитической химии	лабораторные	Групповая дискуссия / ролевые игры	6
2	Выбор оптимальных условий для спектрофотометрических определений	лабораторные	Групповая дискуссия / ролевые игры	12
3	Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов	лабораторные	Групповая дискуссия / ролевые игры	18
Итого часов				36

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонды оценочных средств по дисциплине представляет собой комплект вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся представлен в данном разделе программы.

Оценочные средства (ОС):

Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций: ПК-4, ПК-5. (ИДК ПК-4.1, ИДК ПК-4.2, ИДК ПК-5.1, ИДК ПК-5.3)

Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Тема/ Раздел	Индекс и уровень формируемой компетенции или дескриптора	ОС	Содержание задания
Применение закона электромагнитного излучения для решения	ИДК _{ПК5.1}	УО, Кл, О	Вопросы для устного опроса. Коллоквиум 1

задач аналитической химии			
Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получения количественных характеристик	<i>ИДК ПК-4.1</i> <i>ИДК ПК4.2</i>	УО, Кл, О	Вопросы для устного опроса Коллоквиум 2
Выбор оптимальных условий для спектрофотометрических определений	<i>ИДК ПК5.1</i>	УО, О, Кл	Вопросы для устного опроса Коллоквиум 3
Методы количественного спектрофотометрического анализа	<i>ИДК ПК-4.1</i> <i>ИДК ПК4.2</i> <i>ИДК ПК5.1</i>	УО, Кл, О	Вопросы для устного опроса Коллоквиум 4
Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов	<i>ИДК ПК4.2</i> <i>ИДК ПК5.1</i>	УО, Кл, О	Вопросы для устного опроса Коллоквиум 5
Аппаратура	<i>ИДК ПК-4.1</i>	УО, Кл, О	Вопросы для устного опроса Коллоквиум 6

Оценочные средства текущей успеваемости

Коллоквиум № 1

1. Главные этапы и современные тенденции развития спектрофотометрического метода анализа.
2. Использование двухволновой спектрофотометрии, спектров по первой и второй производной, методов анализа многокомпонентных систем.
3. Влияние различных факторов на вид спектров поглощения (поля лигандов, свойств растворителя).
4. Гауссовы составляющие сложного спектра.

Коллоквиум № 2

1. Примеры вычислений истинных значений молярных коэффициентов поглощения.
2. Сила осциллятора, интегральный коэффициент поглощения.
4. Причины несоблюдения закона поглощения электромагнитного излучения.
5. Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получение количественных характеристик.

Коллоквиум № 3

1. Спектрофотометрические методы определения констант диссоциации органических реагентов (расчетный, графический, метод Комаря).

2. Установление состава комплексных соединений различными методами: изобестической точки, изомолярных серий, молярных отношений, сдвига равновесия, логарифмирования, прямой линии Асмуса.

Коллоквиум № 4

1. Методы спектрофотометрии для изучения реакций комплексообразования: определение формы лиганда и вида иона комплексообразователя.

2. Расчет констант равновесия и констант образования.

Коллоквиум № 5

1. Выбор оптимальных условий для спектрофотометрического анализа.
2. Методы количественного спектрофотометрического анализа.
3. Производная спектрофотометрия. Закономерности, наблюдаемые в спектрах производных. Преимущества производной спектрофотометрии.

Коллоквиум № 6

1. Использование лазеров в молекулярной абсорбционной спектроскопии.
2. Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов.
3. Аппаратура в абсорбциометрических методах анализа.

Оценочные средства для устного опроса

Раздел 1. Применение закона поглощения электромагнитного излучения для решения задач аналитической химии.

1. Характеристика основных понятий и терминов.
2. Молярный коэффициент поглощения; его значение для оценки чувствительности реакций, используемых в спектрофотометрических методах анализа, и их применимости для определения концентраций веществ в растворах в различных вариантах этого метода.
3. Примеры вычислений истинных значений молярных коэффициентов поглощения.
4. Связь величин, характеризующих поглощающие свойства среды (экспериментально определяемый коэффициент поглощения), с теоретическими величинами, характеризующими поглощающие свойства электронной системы (молекулы) согласно квантовой теории.
5. Сила осциллятора, интегральный коэффициент поглощения.
6. Причины несоблюдения закона поглощения электромагнитного излучения.
7. Преимущества работы с монохроматическими излучениями. Пределы точности измерений величины поглощения. Источники ошибок (инструментальные и химические).

Раздел 2. Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получение количественных характеристик.

1. Теоретические основы использования спектрофотометрического метода для изучения реакций комплексообразования.

2. Спектрофотометрические методы определения констант диссоциации реагентов (расчетный, графический, метод Комаря).
3. Установление состава комплексных соединений различными методами: изобестической точки, изомолярных серий, молярных отношений, сдвига равновесия, логарифмирования, прямой линии Асмуса и др.
4. Методы спектрофотометрии для изучения реакций комплексообразования: определение формы лиганда и вида иона комплексообразователя, вступающих в реакцию; числа ионов водорода, выделяющихся в результате реакции комплексообразования. Установление числа лигандов, входящих во внутреннюю сферу комплекса.
5. Вычисление коэффициентов конкурирующих (/побочных) реакций при комплексообразовании.
6. Расчет констант равновесия и констант образования. Связь между истинной и условной константами.

Раздел 3. Выбор оптимальных условий для спектрофотометрического анализа

1. Типы соединений, применяемых в фотометрическом анализе.
2. Выбор органического реагента для определяемого иона металла.
3. Изучение оптимальных условий комплексообразования.
4. Постоянство состава комплексов.
5. Определение прочности комплексов.
6. Учет влияния концентрации реагента
7. Учет влияния концентрации ионов водорода (pH).
8. Способы устранения влияния мешающих элементов.
9. Объекты анализа.

Раздел 4. Методы количественного спектрофотометрического анализа

1. Основные этапы спектрофотометрического анализа.
2. Классификация методов и способы определения концентраций. Абсолютный и дифференциальный методы. Варианты дифференциального метода.
3. Метод спектрофотометрического титрования, кривые титрования, индикаторный и безындикаторный варианты.
4. Спектрофотометрические методы анализа многокомпонентных систем без предварительного разделения компонентов.
5. Экстракционно-спектрофотометрические методы. Выбор условий извлечения окрашенных комплексов.
6. Производная спектрофотометрия. Закономерности, наблюдаемые в спектрах производных. Методы регистрации производных спектров. Преимущества производной спектрофотометрии по отношению к обычной спектрофотометрии.
7. Использование лазеров в молекулярной абсорбционной спектроскопии. Лазерная термолинзовая спектроскопия (ЛТС). Измерение поглощательной способности анализируемых растворов в ЛТС.
8. Кинетические методы, основанные на фотометрическом контроле. Применение гибридных методов.

Раздел 5. Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов

1. Особенности методов анализа микроколичеств веществ.
2. Спектрофотометрические методы определения некоторых элементов (алюминий, железо, галлий, кобальт, марганец, медь, молибден, никель, рений, редкоземельные

элементы, титан, цинк, цирконий, кремний, мышьяк, фосфор и др.) в ряде объектов: сталях, сплавах, реактивах, промышленных и природных водах, особо чистых веществах.

Раздел 6. Аппаратура

1. Способы монохроматизации лучистой энергии.
2. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия, разрешающая способность, светосила.
3. Приемники излучения: фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники.
4. Фотоэлектроколориметры: ФЭК – М, ФЭК – 56, ФЭК – 60, КФК -2; спектрофотометры: СФ – 5, СФ – 4А, СФ – 16; регистрирующие спектрофотометры и автоматические анализаторы. Оптические схемы приборов.

Тематика заданий для самостоятельной работы

1. Главные этапы и современные тенденции развития спектрофотометрических методов анализа.
2. Использование двухволновой спектрофотометрии, спектров по первой и второй производной, методов анализа многокомпонентных систем.
3. Влияние различных факторов на вид спектров поглощения (поля лигандов, свойств растворителя).
4. Гауссовы составляющие сложного спектра.
5. Примеры вычислений истинных значений молярных коэффициентов поглощения.
6. Сила осциллятора, интегральный коэффициент поглощения.
7. Причины несоблюдения закона поглощения электромагнитного излучения.
8. Применение спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получение количественных характеристик.
9. Спектрофотометрические методы определения констант диссоциации органических реагентов (расчетный, графический, метод Комаря).
10. Установление состава комплексных соединений различными методами: изобестической точки, изомолярных серий, молярных отношений, сдвига равновесия, логарифмирования, прямой линии Асмуса.
11. Методы спектрофотометрии для изучения реакций комплексообразования: определение формы лиганда и вида иона комплексообразователя.
12. Расчет констант равновесия и констант образования.
13. Выбор оптимальных условий для спектрофотометрического анализа.
14. Методы количественного спектрофотометрического анализа.
15. Производная спектрофотометрия. Закономерности, наблюдаемые в спектрах производных. Преимущества производной спектрофотометрии.
16. Использование лазеров в молекулярной абсорбционной спектроскопии.
17. Спектрофотометрические методы определения отдельных элементов.
18. Аппаратура в спектрофотометрических методах анализа.

**Оценочные средства, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций, заявленных в рабочей программе
«Спектрофотометрические методы анализа»**

Результат диагностики сформированности компетенций ИДК ПК-4.1; ИДК ПК-4.2; ИДК ПК-5.1; ИДК ПК-5.3	Показатели	Критерии	Соответствие/ несоответствие
Знать: физические и математические модели, используемые при описании химических явлений Знать: теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов комплексообразования, используемых в спектрофотометрических методах анализа; принципы и области использования основного закона поглощения электромагнитного излучения. Иметь представление об особенностях объектов анализа.	Знает место спектрофотометрических методов анализа в системе наук, принципы применения основного закона светопоглощения для решения задач аналитической химии, возможности спектрофотометрического метода для изучения химических равновесий в реакциях комплексообразования и получения количественных характеристик.	Сдал коллоквиумы и ответил на вопросы для устного собеседования по теоретическим вопросам курса «Спектрофотометрические методы анализа»	
Уметь: формализовать задачу, выбрать подходящую модель и обрабатывать данные с использованием прикладного программного обеспечения; использовать полученные физические знания при интерпретации результатов химического эксперимента. Уметь: подготавливать изучаемые объекты для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в спектрофотометрических методах анализа, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, оформить отчет о выполненной работе.	Умеет выбирать оптимальные условия для спектрофотометрического анализа, осуществлять пробоподготовку различных объектов, работать на аппаратуре, применяемой в спектрофотометрических методах анализа, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, оформить отчет о выполненной работе.	Выполнил все лабораторные работы и представил отчеты в соответствие с учебным планом курса.	

Владеть: знаниями о физических, физико-химических и математических моделях, а также об ограничениях и границах их применимости при описании различных химических явлений. Владеть: теоретическими представлениями аналитической химии, основами физико-химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора абсорбционнометрического метода анализа, иметь навыки его применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.	Владеет общими закономерностями, изученными в рамках аналитической химии, владеет методами количественного спектрофотометрического анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора метода анализа, имеет навыки его применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.	Знает абсолютный и дифференциальные способы определения концентрации веществ, владеет приемами расчета результатов анализа. Знает условия проведения спектрофотометрических определений, правила и порядок проведения анализа.	
---	--	---	--

Студент должен выполнить все лабораторные работы, оформить отчет. (Каждая лабораторная работа оценивается максимум 5 баллов.).
 Ответить на вопросы Коллоквиумов и Устного опроса (Ответы оцениваются максимум по 3 балла).

Для получения допуска к экзамену студент должен набрать минимум 40 баллов.

Оценочные средства для промежуточной аттестации - экзамен.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Главные этапы и современные тенденции развития спектрофотометрических методов анализа: использование двухволновой спектрофотометрии, спектров по первой и второй производной, метода анализа многокомпонентных систем.
2. Поглощающие системы, используемые в количественном анализе, основанном на методе абсорбционной спектроскопии, и характер их спектров поглощения.
3. Влияние различных факторов (поле лиганда, свойства растворителя) на вид спектров поглощения. Гауссовы составляющие сложного спектра
4. Современные тенденции использования в спектрофотометрических методах анализа разнолигандных комплексов, макромолекул и свободных радикалов, смешанных сред и метода возникающих реагентов.
5. Характеристика основных терминов. Молярный коэффициент поглощения; его значение для оценки чувствительности реакций, используемых в спектрофотометрических методах анализа, и их применимости для определения концентрации веществ в растворах в различных вариантах этого метода. Примеры вычислений истинных значений молярных коэффициентов поглощения.
6. Связь величин, характеризующих поглощающие свойства среды, с теоретическими величинами, характеризующими поглощающие свойства системы согласно квантовой теории. Сила осциллятора.
7. Причины несоблюдения закона поглощения электромагнитного излучения.
8. Спектрофотометрические методы определения констант диссоциации органических реагентов (расчетный, графический, метод Комаря)
9. Установление соотношения компонентов в комплексных соединениях различными методами: изобестической точки, изомолярных серий, молярных отношений, сдвига равновесия, логарифмирования, прямой линии Асмуса.
10. Определение формы лиганда и вида иона комплексообразователя, вступающих в реакцию комплексообразования; числа ионов водорода, выделяющихся в результате этих реакций.
11. Вычисление коэффициентов конкурирующих реакций при комплексообразовании. Расчет констант равновесия и констант образования.
12. Основные этапы спектрофотометрического анализа. Классификация методов и способы определения концентраций. Четыре варианта измерения величины оптической плотности и процента пропускания.
13. Дифференциальный метод определения больших концентраций веществ.
14. Спектрофотометрические методы анализа многокомпонентных систем без предварительного разделения компонентов.
15. Экстракционно-спектрофотометрический метод.
16. Производная спектрофотометрия. Закономерности, наблюдаемые в спектрах производных. Варианты измерения интенсивности полос спектров производных. Методы регистрации производных спектров.
17. Использование лазеров в молекулярной абсорбционной спектроскопии. Лазерная термолинзовая спектроскопия.
18. Кинетические методы, основанные на фотометрическом контроле. Применение гибридных методов.
19. Особенности методов анализа микроколичеств веществ. Спектрофотометрические методы определения некоторых элементов: алюминий,

железо, галлий, кобальт, марганец, медь, молибден, никель, рений, редкоземельные элементы, титан, цинк, цирконий, кремний, мышьяк, фосфор в ряде объектов: сталях, сплавах, реактивах, промышленных и природных водах, особо чистых веществах.

20. Выбор оптимальных условий для спектрофотометрического определения: типы соединений, применяемых в фотометрическом анализе; выбор органического реагента; изучение оптимальных условий комплексообразования.

21. Аппаратура в спектрофотометрических методах анализа. Оптические схемы приборов.

Пример экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Иркутский государственный
университет»**

(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Факультет/институт _____

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Спектрофотометрические методы анализа

Направление подготовки 04.04.01 Химия

1. Поглощающие системы, используемые в количественном анализе, основанном на методе абсорбционной спектроскопии, и характер их спектров поглощения.
2. Вычисление коэффициентов конкурирующих реакций при комплексообразовании. Расчет констант равновесия и констант образования.

Педагогический работник _____ И.О.Фамилия
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ И.О. Фамилия
(подпись)

« ____ » _____ 20... г.

Критерии оценивания ответов на экзамене:

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»

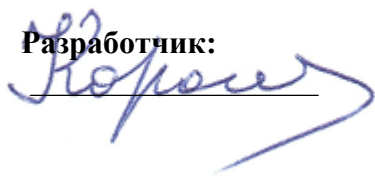
в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при 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 04.04.01 Химия.

Разработчик:



доцент

Г. Н. Королева

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

протокол № 4 от «10» марта 2025 г.,

И. о. зав. кафедрой, доц.



А. И. Вильмс

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