

ознаки впливу антропогенного фактору. Зміни хімічного складу води відбуваються відповідно до змін природних сезонів, у літній та осінній сезони помітно збільшується вміст хлоридів, нітрогенвмісних йонів, органічних сполук.

### Список використаних джерел

1. Доповідь про стан навколишнього середовища в Сумській області у 2016 році. – Суми, 2017. 52 с.
2. Практикум по физико-химическим методам анализа. / Под ред. О.М. Петрухина. – Москва, 1987. 248 с.
3. Більченко М.М. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз. Суми, 2007. 142 с.
4. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. Москва, 1990. 400 с.

**Похресник М.О.**

*магістрант,*

*Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С.Макаренка*

## **МЕТРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЦИНКУ ТА КАДМІЮ У ФОРМІ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК МЕТОДОМ ФОТОКОЛОРИМЕТРІЇ**

Широке використання в практиці хімічного аналізу одержав метод фотоколориметрії, фотометричний метод молекулярної спектроскопії, який дає можливість визначати у видимій області спектра значну кількість забарвлених неорганічних і органічних сполук із застосуванням немонохроматичного випромінювання [1].

На сьогодні продовжується вивчення можливостей використання реакцій комплексоутворення між іонами металу та металоіндикаторами з утворенням координаційних сполук з характерними оптичними властивостями, оптимальними для їх ідентифікації методом молекулярної спектрофотометрії. Одним із завдань методики аналізу є визначення показників стійкості даних координаційних сполук (константа стійкості, ступінь дисоціації) [2].

За фізико-хімічними характеристиками металоіндикаторів можна встановити їх потенційну можливість як фотореагентів для визначення іонів металів у фотометричному методі аналізу. Вивченню комплексонометричних індикаторів присвячені роботи А.К. Бабка, М.І. Булатова, Е. Бішопа, І.М. Коренмана, П.П. Коростелева, Д. Перрін, А. Рінгбома та інших учених [3].

Мета роботи: вивчити фотометричні властивості комплексних сполук  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  з металоіндикаторами, визначити кількісні критерії їх стійкості та виконати метрологічну оцінку аналітичних вимірювань.

Нами досліджено фотометричні властивості комплексних сполук  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  з металоіндикаторами ксиленовий оранжевий ( $C_m = 0,005$  моль/л), еріохром чорний Т ( $C_m = 0,01$  моль/л), дитизон ( $C_m = 0,04$  моль/л). Модельні розчини солей Кадмію (II), Цинку(II) приготовлені з концентраціями металу відповідно 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001 моль/л.

Відомо, що реакція комплексоутворення між іонами металу та комплексно-нометричним індикатором відбувається в еквімолярних співвідношеннях вихідних речовин із утворенням комплексних сполук хелатного типу [4; 5]. Реакція комплексоутворення між іонами  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  та металоіндикатором відбувається з утворенням комплексної сполуки з характерними оптичними властивостями, оптимальними для її ідентифікації методом фотоколориметрії.

Ми дослідили залежність оптичної густини від довжини хвилі поглинання комплексних сполук металів з металоіндикаторами та визначили довжину хвилі максимального світло поглинання, таблиця 1.

Таблиця 1

### Оптична густина комплексних сполук

$C_m$ , моль/л ( $\text{Zn}^{2+}$ )	Ксиленовий оранжевий		Еріохром чорний Т		Дитизон	
	$\lambda_{\text{max}}$ , нм	A	$\lambda_{\text{max}}$ , нм	A	$\lambda_{\text{max}}$ , нм	A
0,01	490	2,112	540	0,326	490	0,593
0,001		1,988		0,269		0,519
0,0001		1,656		0,202		0,442
0,00001		1,210		0,158		0,215
$\text{Cd}^{2+}$						
0,01	440	2,427	540	0,337	440	0,896
0,001		1,924		0,301		0,753
0,0001		1,550		0,256		0,605
0,00001		1,037		0,190		0,337

Встановлена відмінність характеристик поглинання розчинів металоіндикаторів і комплексних сполук.

Для встановлення оптимальних умов фотометрування нами нами встановлена залежність оптичної густини розчинів комплексних сполук від рН та йонної сили розчину.

Використовуючи метод кривої насичення і метод розведення (метод Бабко) ми розраховували константи нестійкості досліджуваних комплексних сполук іонів  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  з металоіндикаторами. Отримані результати наведено в таблиці 2.

Значення констант нестійкості свідчить про те, що координаційні сполуки, утворені іонами металів та металоіндикаторів, є досить стійкими, що дозволяє використовувати їх в абсорбційній спектрометрії.

**Константи нестійкості комплексних сполук**

$C_{Zn^{2+}}$ , моль/л	Ксиленовий оранжевий		Еріохром чорний Т		Дитизон	
	$K_n$ за методом Бабко	$K_n$ за методом кривої насичення	$K_n$ за методом Бабко	$K_n$ за методом кривої насичення	$K_n$ за методом Бабко	$K_n$ за методом кривої насичення
0,01	$2,41 \cdot 10^{-5}$	$2,76 \cdot 10^{-5}$	$4,23 \cdot 10^{-8}$	$4,96 \cdot 10^{-8}$	$3,28 \cdot 10^{-7}$	$3,91 \cdot 10^{-7}$
0,001	$1,44 \cdot 10^{-8}$	$1,97 \cdot 10^{-8}$	$5,11 \cdot 10^{-12}$	$5,72 \cdot 10^{-12}$	$1,70 \cdot 10^{-10}$	$1,32 \cdot 10^{-10}$
0,0001	$1,22 \cdot 10^{-12}$	$1,03 \cdot 10^{-12}$	$3,30 \cdot 10^{-14}$	$3,18 \cdot 10^{-14}$	$2,47 \cdot 10^{-12}$	$2,83 \cdot 10^{-12}$
0,00001	$3,21 \cdot 10^{-14}$	$3,54 \cdot 10^{-14}$	$3,85 \cdot 10^{-16}$	$3,41 \cdot 10^{-16}$	$3,15 \cdot 10^{-14}$	$3,22 \cdot 10^{-14}$
$C_{Cd^{2+}}$ , моль/л	$K_n$ за методом Бабко	$K_n$ за методом кривої насичення	$K_n$ за методом Бабко	$K_n$ за методом кривої насичення	$K_n$ за методом Бабко	$K_n$ за методом кривої насичення
0,01	$4,36 \cdot 10^{-5}$	$4,53 \cdot 10^{-5}$	$7,44 \cdot 10^{-8}$	$7,25 \cdot 10^{-8}$	$5,13 \cdot 10^{-7}$	$5,47 \cdot 10^{-7}$
0,001	$1,92 \cdot 10^{-8}$	$2,16 \cdot 10^{-8}$	$4,81 \cdot 10^{-12}$	$4,03 \cdot 10^{-12}$	$2,72 \cdot 10^{-10}$	$2,16 \cdot 10^{-10}$
0,0001	$4,74 \cdot 10^{-12}$	$4,91 \cdot 10^{-12}$	$2,98 \cdot 10^{-14}$	$2,74 \cdot 10^{-14}$	$7,05 \cdot 10^{-12}$	$7,41 \cdot 10^{-12}$
0,00001	$3,48 \cdot 10^{-14}$	$3,77 \cdot 10^{-14}$	$4,16 \cdot 10^{-16}$	$4,92 \cdot 10^{-16}$	$2,98 \cdot 10^{-14}$	$3,12 \cdot 10^{-14}$

Здійснено статистичну обробку результатів аналітичних вимірювань. Істинне значення вимірюваної величини (константи нестійкості) знаходиться у межах інтервалу довірчих значень, що свідчить про точність методу та правильність результатів аналізу за умови відсутності систематичних похибок. Відносна похибка аналітичних вимірювань свідчить про те, що найбільш точним серед досліджуваних методів є метод з металоіндикатором дитизон, для комплексної сполуки  $Zn^{2+}$  становить 3,4%, для комплексної сполуки  $Cd^{2+}$  – 2,3%. Тоді, як для комплексної сполуки  $Zn^{2+}$  з металоіндикаторами ксиленовий оранжевий та еріохром чорний Т відносна похибка становить відповідно 4,8%, 6%, а для комплексної сполуки  $Cd^{2+}$  – 4%, 8,4%.

Висновки. Досліджено спектри світлопоглинання комплексних сполук  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  з металоіндикаторами ксиленовий оранжевий, еріохром чорний Т, дитизон. Визначено довжину хвилі максимального поглинання, досліджено вплив рН та іонної сили розчинів на умови фотометрування. Концентраційна залежність оптичної густини свідчить про виконання ОЗС в умовах мікро концентрацій іонів металів. За фотометричними характеристиками обчислені константи нестійкості досліджуваних комплексних сполук. Отримані результати дослідження можуть бути використані у розробці методики фотометричного визначення мікроконцентрацій іонів металів.

**Список використаних джерел:**

1. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Ленинград, 1986. 432 с.
2. Алхімова О.О., Більченко М.М. Фотометричні властивості комплексних сполук Кальцію, Стронцію, Барію з металоіндикаторами. Природничі науки. Суми, 2015. В.12. С. 81-84.
3. Химическая энциклопедия: в 5 т. Москва: Сов. Энцикл., 1990. Т. 2. 671 с.
4. Перин Д. Органические аналитические реагенты. Москва, 1967. 408 с.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. Москва, 1971. 454 с.