

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0825U003653

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 02-09-2025

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лясковська Марія Романівна

2. Mariia R. Liaskovska

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0009-0004-1625-3261

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 102

**Назва наукової спеціальності:** Хімія

**Галузь / галузі знань:** природничі науки

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Хімія

**Дата захисту:** 21-10-2025

**Спеціальність за освітою:** Хімія

**Місце роботи здобувача:** Івано-Франківський національний медичний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02010758

**Місцезнаходження:** вул. Галицька, Івано-Франківськ, 76018, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство охорони здоров'я України

**Ідентифікатор ROR:**

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 153

**Повне найменування юридичної особи:** Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

**Код за ЄДРПОУ:** 02125266

**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

**Код за ЄДРПОУ:** 02125266

**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 31.15.37

**Тема дисертації:**

1. “Зелений” синтез, структурні параметри та адсорбційно-каталітичні властивості кобальт-цинкових феритів
2. “Green” synthesis, structural parameters and adsorption-catalytic properties of cobalt-zinc ferrites

**Реферат:**

1. Об'єкт дослідження: ферит кобальту(II) та кобальт-цинкові ферити складу  $Zn_{1-x}Co_xFe_2O_4$  (де  $x = 0:1$  з кроком 0,2), синтезовані з використанням природних рослинних екстрактів. Мета дослідження: проведення «зеленого» синтезу  $CoFe_2O_4$  та кобальт-цинкових феритів складу  $Zn_{1-x}Co_xFe_2O_4$  (де  $x=0:1$  з кроком 0,2) із використанням природних рослинних екстрактів як відновлювальних та стабілізуючих агентів, дослідження впливу типу екстракту на структурно-морфологічні та текстурні параметри синтезованих матеріалів, на розподіл катіонів у шпінельній структурі, а також встановлення взаємозв'язку цих параметрів з адсорбційно-каталітичною активністю феритів у процесі очищення води. Теоретичні і практичні результати: Встановлені закономірності впливу типу рослинного екстракту та катіонного заміщення на структурні, морфологічні, текстурні та адсорбційно-каталітичні властивості кобальтових феритів дозволяють цілеспрямовано регулювати їх характеристики для підвищення ефективності у процесах очищення води. Наночастинки,

синтезовані з використанням рослинних екстрактів, містять на своїй поверхні функціональні групи рослинного походження, що забезпечує їх біосумісність і робить перспективними для подальших біохімічних та медичних застосувань. Отримані матеріали відповідають сучасним вимогам «зеленої» хімії і можуть бути використані у промислових та екологічних технологіях. Новизна: вперше показано, що ступінь інверсії кобальт-феритових зразків, синтезованих із використанням екстракту айви, залежить від типу вихідної солі кобальту(II). Встановлено, що наночастинки  $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ , синтезовані із використанням екстракту Ginkgo Biloba, демонструють еволюційний перехід спінового стану від частково впорядкованого (при  $x=0$ ) до парамагнітного (при  $x \geq 0,6$ ) зі зростанням вмісту іонів  $\text{Zn}^{2+}$ . Вперше досліджено, що зразок  $\text{Co}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ , характеризується максимальною адсорбційною здатністю (56,82 мг/г); Встановлено вплив іонів  $\text{Zn}^{2+}$  на міцність зв'язків M–O у кобальт-цинкових феритах, синтезованих з екстракту винограду. Показано, що формування мезопористої структури суттєво підвищує адсорбційну здатність феритів щодо барвника Конго червоного, досягаючи максимальної сталої Ленгмюра  $K_L = 0,40$  л/мг при  $x(\text{Zn})=0,8$ . Встановлено кореляцію каталітичної активності розкладання  $\text{H}_2\text{O}_2$ , із збільшенням амперометричного струму та швидкістю деградації барвника. Встановлено, що тип біоекстракту та катіонного заміщення суттєво впливає на ступінь інверсії шпінельної структури, катіонний розподіл та каталітичну активність  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ : зразок, синтезований з екстрактом лушпиння фізалісу ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-H}$ ) має найвищий ступінь інверсії, що супроводжується максимальною константою швидкості реакції ( $k = 0,0157$  хв<sup>-1</sup>) та найбільшим приростом струму в електрохімічних вимірюваннях, тоді як зразок, отриманий з екстрактом Ginkgo Biloba, характеризується найнижчим ступенем інверсії. Ефективність впровадження: Адсорбційно-каталітичні властивості синтезованих кобальтових феритів дозволяють їх використання для підвищення ефективності у процесах очищення води. Наявність на поверхні функціональних груп рослинного походження, забезпечує їх біосумісність і робить перспективними для подальших біохімічних та медичних застосувань. Галузь використання: очищення води, каталітичні процеси, екологічні технології.

2. Object of study: cobalt(II) ferrite and cobalt-zinc ferrites of composition  $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$  (where  $x = 0:1$  with a step of 0.2), synthesized using natural plant extracts. Purpose of the research: conducting a "green" synthesis of  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  and cobalt-zinc ferrites of the composition  $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$  (where  $x=0:1$  with a step of 0.2) using natural plant extracts as reducing and stabilizing agents, studying the effect of the type of extract on the structural-morphological and textural parameters of the synthesized materials, on the distribution of cations in the spinel structure, as well as establishing the relationship of these parameters with the adsorption-catalytic activity of ferrites in the water purification process. Theoretical and practical results: the established patterns of the influence of the type of plant extract and cationic substitution on the structural, morphological, textural and adsorption-catalytic properties of cobalt ferrites allow for targeted regulation of their characteristics to increase efficiency in water purification processes. Nanoparticles synthesized using plant extracts contain functional groups of plant origin on their surface, which ensures their biocompatibility and makes them promising for further biochemical and medical applications. The obtained materials meet the modern requirements of "green" chemistry and can be used to industrial and environmental technologies. Novelty: It is shown for the first time that the degree of inversion of cobalt-ferrite samples synthesized using quince extract depends on the type of initial cobalt(II) salt. It was found that  $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$  nanoparticles synthesized using Ginkgo Biloba extract demonstrate an evolutionary transition of the spin state from partially ordered (at  $x=0$ ) to paramagnetic (at  $x \geq 0.6$ ) with increasing  $\text{Zn}^{2+}$  content. It was first investigated that the sample  $\text{Co}_{0.6}\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_2\text{O}_4$  is characterized by the maximum adsorption capacity (56.82 mg/g); The influence of  $\text{Zn}^{2+}$  ions on the strength of M–O bonds in cobalt-zinc ferrites synthesized from grape extract was established. It was shown that the formation of a mesoporous structure significantly increases the adsorption capacity of ferrites for Congo red dye, reaching the maximum Langmuir constant  $K_L = 0.40$  l/mg at  $x(\text{Zn}) = 0.8$ . A correlation established between the catalytic activity of  $\text{H}_2\text{O}_2$  decomposition with an increase in the amperometric current and the rate of dye degradation. Researched that the type of bioextract and cation substitution significantly affects the degree of spinel structure inversion, cation distribution and catalytic activity of  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ : the sample synthesized with physalis extract ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-H}$ ) has the highest degree of inversion which correlated by the maximum reaction rate constant ( $k = 0.0157$  min<sup>-1</sup>) and the

largest current increase in electrochemical measurements. The sample obtained with Ginkgo Biloba extract characterized by the lowest degree of inversion. Efficiency of implementation: The adsorption-catalytic properties of synthesized cobalt ferrites allow their use to increase efficiency in water purification processes. The presence of functional groups of plant origin on the surface ensures their biocompatibility and makes them promising for further biochemical and medical applications. Field of application: water purification, catalytic processes, environmental technologies.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Нові речовини і матеріали

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

**Публікації:**

- 1. M. Liaskovska, T. Tatarchuk, V. Kotsyubynsky Structure, adsorption properties and Fenton-like catalytic activity of cobalt ferrite nanoparticles synthesized with Physalis extract Treatment // Physics and Chemistry of Solid State – 2025. Vol. 26, №2. P. 216-230. (SCOPUS, Web of Science, Q3) DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.26.2.216-230>
- 2. M. Liaskovska, T. Tatarchuk, V. Kotsyubynsky Green Synthesis of Cobalt-Zinc Ferrites and Their Activity in Dye Elimination via Adsorption and Catalytic Wet Peroxide Oxidation// Metals. – 2025. Vol.15, №1:44. (SCOPUS, Web of Science, Q2) DOI: <https://doi.org/10.3390/met15010044>
- 3. M. Liaskovska Adsorption Properties of Magnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Based Spinel Nanoparticles// Springer Proceedings in Physics. – 2024 Vol. 253. P.171-184. (SCOPUS, Web of Science) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-67519-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-67519-5_13)
- 4. M. Liaskovska, T. Tatarchuk, V. Kotsyubynsky, H. Ersteniuk, Zn-doped CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Synthesized Using Ginkgo Biloba Extract: Cation Distribution, Mossbauer Studies and Application for Water Treatment // Phys. Chem. Solid State. – 2021. Vol. 22, №4. P.792-803. (SCOPUS, Web of Science, Q4), <https://doi.org/10.15330/pcss.22.4.792-803>
- 5. M. Liaskovska, T. Tatarchuk, Green synthesis of zinc ferrite // Crystals and Liquid Crystals. – 2021. Vol. 719. P. 45-52. (SCOPUS, Web of Science, Q4), <https://doi.org/10.1080/15421406.2020.1862459>
- 6. M. Liaskovska, T. Tatarchuk, M. Bououdina, I. Mironyuk Green Synthesis of Magnetic Spinel Nanoparticles // Springer Proceedings in Physics. – 2019. Vol. 222, № 25. –P. 389 -398. (SCOPUS), [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17755-3\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17755-3_25)
- 7. T. Tatarchuk, M. Liaskovska, V. Kotsyubynsky, M. Bououdina Green synthesis of cobalt ferrite nanoparticles using Cydonia oblonga extract: structural and mössbauer studie s// Molecular Crystals and Liquid Crystals. . – 2018. Vol. 672. P. 54-66. (SCOPUS, Web of Science, Q3), <https://doi.org/10.1080/15421406.2018.1542107>

**Наукова (науково-технічна) продукція:** матеріали

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0118U000254, 0121U109476, 0124U000479.

**VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Татарчук Тетяна Романівна
2. Tetiana R. Tatarchuk

**Кваліфікація:** к.х.н., доцент, 02.00.21**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0056-2455**Додаткова інформація:** Scopus Author Identifier: 57191030772**Повне найменування юридичної особи:** Карпатський національний університет імені Василя Стефаника**Код за ЄДРПОУ:** 02125266**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів****Офіційні опоненти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Знак Зеновій Орестович
2. Zenoviy O. Znak

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.17.01**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3871-4063**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 57194003644**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"**Код за ЄДРПОУ:** 02071010**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Фролова Лілія Анатоліївна
2. Liliya A. Frolova

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.17.01**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7970-2264**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 55505810700

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет науки і технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 44165850

**Місцезнаходження:** вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мандзюк Володимир Ігорович

2. Volodymyr I. Mandzyuk

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6020-7722

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID:8263977400

**Повне найменування юридичної особи:** Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

**Код за ЄДРПОУ:** 02125266

**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Бойчук Володимира Михайлівна

2. Volodymyra M. Boychuk

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3870-1481

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 57217500182

**Повне найменування юридичної особи:** Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

**Код за ЄДРПОУ:** 02125266

**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. **Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Яремій Іван Петрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Яремій Іван Петрович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Альнікіна Наталія Петрівна

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна