

**Рішення**  
**разової спеціалізованої вченої ради**  
**про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувачка ступеня доктора філософії Ірина Старко, 1993 року народження, громадянка України, освіта вища: закінчила у 2017 році ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника” за спеціальністю «Хімія», працює вчителем хімії Бурштинського ліцею №3 Бурштинської міської ради Івано-Франківської області, м. Бурштин, виконала акредитовану освітньо-наукову програму “Хімія”.

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 20 051.147, утворена наказом № 558 в. о. ректора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України, м. Івано-Франківськ, від 27 червня 2025 року, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради – Володимира КОЦЮБИНСЬКОГО – доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензентів – Олександра ШИЙЧУКА – доктора хімічних наук, професора, професора кафедри хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;  
Володимири БОЙЧУК – доктора фізико-математичних наук, професора, професора кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Офіційних опонентів – Лілії ФРОЛОВОЇ – доктора технічних наук, професора, професора кафедри технології неорганічних речовин та екології Українського державного університету науки і технологій (м. Дніпро);  
Юрія СУХАЦЬКОГО – кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри хімії і технології неорганічних речовин Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів)

на засіданні 27 серпня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки Ірині СТАРКО на підставі публічного захисту дисертації «Синтез, структурно-морфологічні характеристики та адсорбційні властивості La- і Gd-вмісних нікель-кобальтових феритів» за спеціальністю 102 Хімія.

Дисертацію виконано у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України, м. Івано-Франківськ.

Науковий керівник: Тетяна ТАТАРЧУК, кандидат хімічних наук, доцент, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, доцент кафедри хімії.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису.

Наукова новизна дисертаційного дослідження зумовлена поставленими завданнями та результатами їх розв'язання. У науковій роботі вперше:

- виявлено, що введення іонів La(III) і Gd(III) у структуру шпінельних феритів сприяє значному розвитку мезопор, а також встановлено оптимальну кількість іонів La(III) та Gd(III) в структурі Ni-Co наноферитів для підвищення ефективності адсорбції органічних забруднювачів;

- встановлено кореляцію між текстурними характеристиками Gd-вмісних Ni-Co феритів, синтезованих методом золь-гель самозаймання, та їх адсорбційною ємністю. Встановлено, що адсорбційна ємність зразка  $x(\text{Gd})=0,025$  зросла у 1,5 рази щодо видалення барвника Конго червоного, порівняно із Ni-Co феритом;

- запропоновано модифікований метод відновного співосадження з використанням  $\text{NaBH}_4$  як відновника для синтезу мезопористих La- та Gd-вмісних нікель-кобальтових феритів з покращеними адсорбційними властивостями; показано, що оптимальний вміст La чи Gd сприяє збільшенню площі поверхні мезопор у 2-2.4 рази та одночасно створює додаткові активні центри на поверхні феритів;

- встановлено вплив іонів La(III) і Gd(III) на морфологічні та текстурні властивості Ni-Co феритів, синтезованих методом відновного співосадження. Вперше показано, що зі збільшенням вмісту La(III) і Gd(III) розмір кристалітів в Ni-Co феритах зменшується на 65%, а питома поверхня мезопористих зразків зростає на 82% (до  $151 \text{ м}^2/\text{г}$ ) для La-вмісних та на 67% (до  $139 \text{ м}^2/\text{г}$ ) для Gd-вмісних зразків;

- встановлено, що введення іонів La(III) сприяє формуванню нанострижневої морфології, зокрема для зразка  $x(\text{La})=0,04$ , який характеризується найбільш розвиненою мезопористою поверхнею та наявністю нанострижнів довжиною від 14 до 144 нм;

- встановлено залежність адсорбційної ефективності La- та Gd-вмісних Ni-Co феритів від їх структурно-морфологічних характеристик, які відіграють вирішальну роль у масопереносі під час адсорбційних/каталітичних процесів.

*Практичне значення дослідження* полягає в тому, що результати дисертації можуть бути науковою основою для створення та вдосконалення адсорбентів з використанням La/Gd-вмісних феритів для видалення барвників та антибіотиків для очистки стічних вод. Результати дисертаційного дослідження можуть використовуватись при навчанні студентів природничих та технічних спеціальностей. Результати мають важливе значення для проведення майбутніх наукових досліджень.

Дисертація виконана державною українською мовою.

Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел (184 найменувань) та додатків. Загальний обсяг роботи – 189 сторінок.

Дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 р. (зі змінами) «Про затвердження вимог до

оформлення дисертації», що відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 № 44 (зі змінами).

Здобувач має 13 наукових публікацій за темою дисертації: 6 статей у фахових наукових журналах, які індексуються наукометричною базою Scopus та 7 тез конференцій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, що відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 №44 (зі змінами):

1. Starko, I., Tatarchuk, T., Naushad, M. (2024). The potential of Gd doping as a promising approach for enhancing the adsorption properties of nickel–cobalt ferrites. *Environ Sci Pollut Res.*, 31, 55462–55474 (Scopus; Q1)

DOI: [10.1007/s11356-024-34809-2](https://doi.org/10.1007/s11356-024-34809-2)

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85203001169&origin=recordpage>

ISSN: 1614-7499

2. Tatarchuk T., Starko I. (2025). Mesoporous La-substituted nickel-cobalt ferrites synthesized via reduction method resulting in significantly enhanced adsorption properties, *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 13, 115657 (Scopus; Q1)

DOI: [10.1016/j.jece.2025.115657](https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.115657)

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85216547533&origin=recordpage>

ISSN: 2213-3437

3. Starko, I., Tatarchuk, T., Sokolowski, K., Naushad, M. (2025). Engineering of Mesoporous Gd-substituted Ni-Co Ferrites as Adsorbents for Efficient Elimination of Congo Red Dye and Oxytetracycline, *Water Air Soil Pollut.* 236, 173. (Scopus; Q2)

DOI: [10.1007/s11270-025-07816-3](https://doi.org/10.1007/s11270-025-07816-3)

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85218448696&origin=recordpage>

ISSN: 1573-2932

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Володимир КОЦЮБИНСЬКИЙ – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Оцінка позитивна, зауважень немає.

2. Олександр ШИЙЧУК – доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Оцінка позитивна, зауважень немає.

3. Володимира БОЙЧУК – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Оцінка позитивна, зауважень немає.

4. Лілія ФРОЛОВА – доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології неорганічних речовин та екології Українського державного університету науки і технологій (м. Дніпро).

Оцінка позитивна, зауважень немає.

5. Юрій СУХАЦЬКИЙ – кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри хімії і технології неорганічних речовин Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів).

Оцінка позитивна, зауважень немає.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» не має членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада ДФ 20 051.147 Карпатського національного університету імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України, м. Івано-Франківськ (Відповідно до наказів Міністерства освіти і науки України від 14 квітня 2025 року № 565 «Про перейменування Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника та його відокремленого структурного підрозділу», від 08 серпня 2025 року № 1125 «Про затвердження Статуту Карпатського національного університету імені Василя Стефаника», а також на підставі витягу з Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань) присуджує Ірині СТАРКО ступінь доктора філософії (PhD) з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 102 Хімія.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої  
вченої ради



Володимир КОЦЮБИНСЬКИЙ