

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001469

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-05-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цимбалюк Кирило Костянтинович

2. Kyrylo Tsymbaliuk

Кваліфікація: 102

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: 24-06-2026

Спеціальність за освітою: Хімія

Місце роботи здобувача: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Код за ЄДРПОУ: 02071091

Місцезнаходження: вул. Дворянська, Одеса, 65082, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 13272

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071091

**Місцезнаходження:** вул. Дворянська, Одеса, 65082, 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:** Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071091

**Місцезнаходження:** вул. Дворянська, Одеса, 65082, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 31.17, 31.17.29.05, 31.17.29

**Тема дисертації:**

- Гібридні орґано-неорґанічні ансамблі на основі комплексів р-, d-металів з полідентатними каркасоутворюючими лігандами: синтез, будова, властивості
- Hybrid organo-inorganic ensembles based on complexes of p-, dmetals with polydentate framework-forming ligands: synthesis, structure, properties

**Реферат/анотація:**

1. Дисертаційна робота присвячена розробці синтетичних підходів, встановленню структурних особливостей та дослідженню фізико-хімічних і функціональних властивостей гібридних орґано-неорґанічних ансамблів на основі комплексів германію(IV), стануму(IV) та d-металів з орґанічними полідентатними лігандами різного типу, а також оцінці їхнього потенціалу як ефекторів ферментів та сорбентів для твердофазної екстракції при визначенні високотоксичних поліхлорованих дибензо-п-діоксинів, дибензофуранів та біфенілів методом газової хроматографії з мас-спектрометрією високої роздільної здатності. У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, визначено мету та основні завдання роботи, сформульовано положення наукової новизни та практичне значення одержаних результатів. Перший розділ містить огляд літературних джерел щодо дослідження гібридних орґано-неорґанічних ансамблів на основі координаційних сполук металів і комплементарних полідентатних орґанічних лігандів, які завдяки структурам з регульованим складом,

наявності нанорозмірних порожнин, високій термічній та хімічній стабільності розглядаються як перспективні сенсори, каталізатори та сорбенти. У другому розділі наведено характеристику вихідних реагентів, представлено методики синтезу та дослідження 14 нових координаційних сполук Ge(IV), Sn(IV) та d-металів з 1-гідроксиетан-1,1-дифосфоною кислотою та 1,10-фенантроліном/2,2'-біпіридином, ксиларовою кислотою, 2-(4-бромфенокс)ацетогідразидом, а також MOF-177 – комплексу Zn з 1,3,5-трис(4-карбоксифеніл)бензолом. Описано умови проведення експерименту з визначення впливу синтезованих сполук на активність ферментів та основні етапи підготовки зразків води з впровадженням одержаних гібридних органонеорганічних ансамблів як сорбентів твердофазної екстракції для визначення стійких високотоксичних органічних забруднювачів хромато-маспектрометричним методом. Третій розділ присвячений комплексному дослідженню гібридних органонеорганічних ансамблів каркасного типу на основі координаційних сполук Ge(IV), Sn(IV) та 3d-металів, встановленню їхнього складу, будови та морфологічних особливостей. Показано, що комплекси Ge(IV) з 1-гідроксиетан-1,1-дифосфоною кислотою та 1,10-фенантроліном або 2,2'-біпіридином належать до катіон-аніонного типу з гексаядерним циклічним германієвмісним аніоном, гетерометалічні комплекси Sn(IV) – Co(II)/Ni(II) з ксиларовою кислотою є пористими координаційними полімерами з високою термічною стабільністю, розвиненою ієрархічною пористістю та рівномірним розподілом металів у каркасі, а комплекси Co(II)/Ni(II) з 2-(4-бромфенокс)ацетогідразидом утворюють координаційні полімери шаруватої структури з містковими хлоридними лігандами. В результаті дослідження морфології поверхні синтезованих гібридних ансамблів визначено їх ламелярні, ієрархічно пористі або «квіткові» мікроструктури з розвиненою питомою поверхнею. У четвертому розділі на прикладі *p*-L-рамнозидаз *Eupenicillium erubescens*, *Penicillium tardum*, *Penicillium restrictum*, *Cryptococcus albidus*, *п*-галактозидази *Penicillium restrictum* та протеаз (еластази та фібріногенази *Bacillus* sp. IMV B-7883) доведена можливість управління ферментативними процесами за рахунок використання синтезованих Ge(IV) – 3d-метал комплексів з 1-гідроксиетан-1,1-дифосфоною кислотою та 1,10-фенантроліном/2,2'-біпіридином в якості ефекторів. Показано, що вплив комплексів на активність ферментів має складний механізм та залежить не тільки від їх складу та будови, а і від природи ферменту, концентрації сполуки та часу експозиції.

2. The dissertation is aimed at developing of synthetic approaches, establishing of structural features and studying of the physicochemical and functional properties of hybrid organo-inorganic ensembles based on germanium(IV), tin(IV) and d-metal complexes with organic polydentate ligands of various types, as well as the assessment of their potential as enzyme effectors and sorbents for solid-phase extraction in the determination of highly toxic polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls by gas chromatography with high-resolution mass spectrometry. The introduction provides the research's relevance, defines the aims and main tasks of the work, and outlines the scientific novelty and practical significance of the results. The first section presents a literature review that analyses the current state of the study of hybrid organo-inorganic ensembles based on coordination metal compounds and complementary polydentate organic ligands, which, due to their adjustable composition, nanosized cavities, and high thermal and chemical stability, are considered promising sensors, catalysts, and sorbents. The second section describes the starting reagents and outlines methods for the synthesis and investigation of 14 new coordination compounds of Ge(IV), Sn(IV) and d-metals with 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid and 1,10-phenanthroline/2,2'-bipyridine, xylaric acid, 2-(4-bromophenoxy)acetohydrazide, as well as MOF-177 – a complex of Zn with 1,3,5-tris(4-carboxyphenyl)benzene. The conditions of the experiment to determine the effect of synthesized compounds on enzyme activity and the main stages of the determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, dioxin-like and non-dioxin-like polychlorinated biphenyls by gas chromatography with high-resolution mass spectrometry, with the introduction of the resulting hybrid organo-inorganic ensembles as solid-phase extraction sorbents, are described. The third section is devoted to a comprehensive study of hybrid organoinorganic ensembles of the framework type based on coordination compounds of Ge(IV), Sn(IV) and 3d-metals, establishing their composition, structure and morphological features. It is shown that Ge(IV) complexes with 1-hydroxyethane-1,1- diphosphonic acid and 1,10-phenanthroline or 2,2'-bipyridine belong to the cationanion type with a hexanuclear cyclic germanium-containing

anion, heterometallic complexes Sn(IV) – Co(II)/Ni(II) with xylarylic acid are porous coordination polymers with high thermal stability, developed hierarchical porosity and uniform distribution of metals in the framework, and complexes Co(II)/Ni(II) with 2-(4- bromophenoxy)acetohydrazide form coordination polymers of a layered structure with bridging chloride ligands. As a result of the study of the surface morphology of the synthesized hybrid ensembles, their lamellar, hierarchically porous or “flower” microstructures with a developed specific surface area were determined. In the fourth section, the possibility of controlling enzymatic processes by using synthesized Ge(IV) – 3d-metal complexes with 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid and 1,10-phenanthroline/2,2'-bipyridine as effectors is proven on the example of  $\alpha$ -L-rhamnosidases *Eupenicillium erubescens*, *Penicillium tardum*, *Penicillium restrictum*, *Cryptococcus albidus*,  $\alpha$ -galactosidase *Penicillium restrictum* and proteases (elastase and fibrinogenase *Bacillus* sp. IMV B-7883). It is shown that the effect of the compounds on enzyme activity has a complex mechanism and depends not only on their composition and structure, but also on the nature of the enzyme, the concentration of the complexes and the exposure time.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

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

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- Tsymbaliuk, K., Snurnikova, O., Martsynko, O., Fadiev, Y., Finik, O., Kordan, V., Gladyshevskii, R. (2025). Application of Zn(II) coordination polymer with 1,3,5-tris(4-carboxyphenyl)benzene as a sorbent for solid-phase extraction in the determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls by the gas chromatography/high-resolution mass spectrometry. *Methods and Objects of Chemical Analysis*, 20(4), 253-262.
- Martsynko, O., Seifullina, I., Finik O., Tsymbaliuk, K. (2024). Structure features and pharmacological properties of Germanium(IV) complexes with 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid. *Ukrainian Chemistry Journal*, 90(9), 19-30
- Martsynko, O., Nesterkina, M., Finik, O., Tsymbaliuk, K., Dyakonenko, V., Shishkina, S., Kravchenko, I. (2024). Synthesis and Structure of a Coordination Polymer of Ni(II) with 2-(4-Bromophenoxy)acetohydrazide. *Molbank*, 2024(2), M1819
- Tsymbaliuk, K., Martsynko, O., Dyakonenko, V., Finik, O., Seifullina, I., Shishkina, S. (2024). Synthesis and structure of heterometallic multiligand Ge(IV) – 3d-metals complexes with 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid and 1,10-phenanthroline. *Chemistry Journal of Moldova*, 19(2), 28–35.
- Марцино, О.Е., Цимбалюк, К.К. (2023). Гібридні органо-неорганічні ансамблі на основі координаційних метал-лігандних фрагментів: синтез, властивості, застосування у хроматографії. *Вісник Одеського національного університету. Серія “Хімія”*, 28, (2(85), 5-23

**Наукова (науково-технічна) продукція:** експериментальне дослідження

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

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

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Марцинко Олена Едуардівна
2. Olena Martsynko

**Кваліфікація:** д. х. н., професор, 02.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3374-5987

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071091

**Місцезнаходження:** вул. Дворянська, Одеса, 65082, 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. Оприсик Світлана Іванівна
2. Svitlana Orysyk

**Кваліфікація:** д. х. н., пров.н.с., 02.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2506-3513

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417383

**Місцезнаходження:** проспект академіка Палладіна, Київ, 03142, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сливка Юрій Іванович
2. Yurii I. Slyvka

**Кваліфікація:** д. х. н., професор, с.д., 02.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2751-2543

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID 7801691096; Web of Science Researcher ID: L-9334-2017;  
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=ec0M5nkAAAAJ>

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## Рецензенти

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Снігур Денис Васильович

2. Denys V. Snihur

**Кваліфікація:** к. х. н., доцент, 02.00.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4183-0321

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071091

**Місцезнаходження:** вул. Дворянська, Одеса, 65082, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кіосе Тетяна Олександрівна

2. Tetiana Kiose

**Кваліфікація:** д. х. н., професор, 02.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5991-047X

**Додаткова інформація:** Кіосе Тетяна Олександрівна – професор кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти ; Scopus Author ID: 26425102600 ; <https://orcid.org/0000-0001-5991-047X>

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071091

**Місцезнаходження:** вул. Дворянська, Одеса, 65082, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## **VIII. Заключні відомості**

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

Хома Руслан Євгенійович

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

Хома Руслан Євгенійович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Лукашук Світлана Борисівна

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна