

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0825U002860

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 10-07-2025

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** Наказ Установи від 15.09.2025 р. № 118



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чернякова Маргарита Юріївна

2. Marharyta Y. Cherniakova

**Кваліфікація:**

**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:** 26-08-2025

**Спеціальність за освітою:** Хімія

**Місце роботи здобувача:** Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23759880

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 10417

**Повне найменування юридичної особи:** Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23759880

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Повне найменування юридичної особи:** Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23759880

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 31.19, 31.19.15.07, 31.19.29.07, 31.19.03.05, 31.19.16

**Тема дисертації:**

1. Глибоко)евтектичні розчинники на основі ментолу як екстракційні середовища для аналітичного концентрування елементних домішок
2. Menthol-based (deep) eutectic solvents as extraction media for the analytical concentration of elemental impurities

**Реферат:**

1. Чернякова М. Ю. (Глибоко)евтектичні розчинники на основі ментолу як екстракційні середовища для аналітичного концентрування елементних домішок. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 102 Хімія. – Державна наукова установа «Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» Національної академії наук України», Харків, 2025. Аналіз елементних домішок є важливим для контролю якості фармацевтичних препаратів, харчових продуктів, матеріалів і об'єктів довкілля. Незважаючи на розвиток інструментальних методів, проблема матричних ефектів при визначенні елементного складу у складних об'єктах залишається актуальною. Одним із підходів до її вирішення є екстракція, яка знижує вплив матриці та забезпечує

попереднє концентрування аналітів. (Глибоко)евтектичні розчинники (ГЕР) сьогодні розглядають як «зелені» екстракційні системи. Гідрофобні ГЕР на основі ментолу є перспективними для застосування у водному середовищі. Проте, їх використання переважно зосереджене на органічних сполуках, а дані щодо вилучення іонів металів обмежені. Метою роботи стало створення та дослідження екстракційних систем на основі ментоловмісних ГЕР для аналізу елементних домішок. Було отримано нові комбінації ментолу з ваніліном, о-ваніліном, п-диметиламінобензальдегідом, антипірином, 8-гідроксихіноліном, саліцилальдоксимом, тіоктовою кислотою, новокаїном, резорцином, а також відомі системи з ібупрофеном і олеїною кислотою. Фазову поведінку досліджено методом диференціальної сканувальної калориметрії. Визначено температури евтектики та склування, встановлено тип відхилень від ідеальності рідкої фази, що дозволило класифікувати системи на підкласи ГЕР. Водневі зв'язки підтверджено ІЧ-спектроскопією та НЯМР для систем із низькою температурою переходу. Для сумішей ментол:саліцилальдоксим (1:1 та 2:1) отримано температурні залежності густини й в'язкості. Показано відсутність тиксотропії та часткову розчинність саліцилальдоксиму у воді, яка значно нижча в гідрофобному середовищі. Молекулярно-динамічне моделювання продемонструвало рівномірний розподіл компонентів і зменшення водневого зв'язування в суміші, що пояснюється гідрофобними взаємодіями. Отримано дані щодо розподілу 24 елементів у системі вода-ГЕР. Досліджено ефективність вилучення Cd(II) і Pb(II) у системах з антипірином, п-диметиламінобензальдегідом, резорцином; Cd(II), Pb(II), Hg(II) – з ваніліном, о-ваніліном, олеїною кислотою; Hg(II), Cd(II), Pb(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) – з ібупрофеном, 8-гідроксихіноліном, саліцилальдоксимом. Найперспективнішими системами визначено ментол:саліцилальдоксим (1:1) та ментол:8-гідроксихінолін (6:1). Перша забезпечує селективну екстракцію Cu(II) при рН 2–3 за двома механізмами. Показано можливість групового вилучення іонів за рахунок зміни рН або додавання піролідиндитіокарбамату амонію. Друга система ефективна для групової екстракції при рН 4–9. Екстракційні властивості цих систем зумовлені наявністю хелатуючих агентів. Враховуючи це, запропоновано новий підхід до розробки дизайнерських (глибоко)евтектичних розчинників для екстракції іонів металів, що полягає у використанні хелатуючих агентів у їх складі.

2. Cherniakova M. Yu. Menthol-based (deep) eutectic solvents as extraction media for the analytical concentration of elemental impurities. – Qualifying scientific work, the manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 102 Chemistry. – State Scientific Institution “Institute for Single Crystals” National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, 2025. The analysis of elemental impurities is essential for quality control in pharmaceuticals, food, materials, and environmental monitoring. Despite advances in analytical instrumentation, matrix effects still complicate elemental analysis in complex samples. Extraction methods help minimize these effects and allow for preconcentration of analytes, thus increasing analytical sensitivity. Currently, (deep) eutectic solvents (DESSs) are considered “green” extraction media. Among them, hydrophobic menthol-based DESSs show promise for use in aqueous systems. However, their application has been largely limited to organic compounds, with little data on metal ion extraction. This study aimed to develop extraction systems based on menthol-containing DESSs for elemental impurity analysis. New combinations of menthol with vanillin, o-vanillin, p-dimethylaminobenzaldehyde, antipyrine, 8-hydroxyquinoline, salicylaldoxime, thiocetic acid, novocaine, resorcinol, as well as known menthol-based systems with ibuprofen and oleic acid, were prepared. Phase behavior was investigated by differential scanning calorimetry, revealing eutectic and glass transition temperatures, and deviations from ideal liquid behavior allowed classification into DES subclasses. Infrared and NMR spectroscopy confirmed hydrogen bonding in some systems. The temperature dependence of density and viscosity for menthol:salicylaldoxime (1:1, 2:1) mixtures was studied, showing no thixotropy. Limited solubility of salicylaldoxime in water confirmed the hydrophobic nature of the mixture. Molecular dynamics simulations of menthol:salicylaldoxime (1:1) showed uniform distribution and weakened hydrogen bonding in the mixture compared to pure components. Increased self-diffusion coefficients were attributed to hydrophobic interactions. Experimental data were obtained on the distribution of 24 elements in water-DES systems. Extraction efficiencies of Cd(II) and Pb(II) were studied in mixtures with antipyrine, p-dimethylaminobenzaldehyde, resorcinol; Cd(II), Pb(II), and Hg(II) with vanillin, o-vanillin, oleic acid; Hg(II), Cd(II), Pb(II), Co(II), Ni(II), and Cu(II) with ibuprofen, 8-hydroxyquinoline, and salicylaldoxime. Menthol:salicylaldoxime (1:1) and menthol:8-hydroxyquinoline (6:1) were

identified as the most promising systems. The former selectively extracts Cu(II) at pH 2–3 via two mechanisms depending on pH. Group extraction is also possible by adjusting pH or adding ligands such as ammonium pyrrolidine dithiocarbamate. The menthol:8-hydroxyquinoline (6:1) system enables efficient group extraction at pH 4–9. These results support a new approach to designing DESs for metal ion extraction based on the use of chelating agents within their composition.

### **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:** Не застосовується

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

### **Публікації:**

- M. Cherniakova, V. Varchenko, and K. Belikov, "Menthol-based (deep) eutectic solvents: a review on properties and application in extraction," *The Chemical Record*, vol. 24, no. 2, p. e202300267, 2023, doi: 10.1002/tcr.202300267.
- M. Yu. Cherniakova, O. V. Vashchenko, J. M. Stolper, P. V. Vashchenko, L. N. Lisetski, and K. N. Belikov, "New low transition temperature mixture menthol:salicylaldoxime – a designer solvent for extraction of metal species," *New Journal of Chemistry*, vol. 48, no. 33, pp. 14527–14531, 2024, doi: 10.1039/D4NJ02497D.
- M. Yu. Cherniakova, O. V. Vashchenko, I. O. Zinchenko, V. I. Musatov, and K. N. Belikov, "New menthol-based eutectic solvents and their extraction properties towards metal ions," *Functional Materials*, vol. 31, no. 4, pp. 619–629, 2024, doi: 10.15407/fm31.04.619.
- M. Yu. Cherniakova, A. V. Kyrychenko, and K. N. Belikov, "Microstructure, dynamics, and temperature behavior of L-menthol, salicylaldoxime, and their binary mixture: a molecular dynamics simulation study," *Functional Materials*, vol. 32, no. 1, pp. 77–86, 2025, doi: 10.15407/fm32.01.77.
- М. Ю. Чернякова, К. М. Беліков, "Перспективні глибокоевтектичні розчинники для вилучення йонів кадмію, свинцю та ртуті," Київська конференція з аналітичної хімії: Сучасні тенденції – 2022 : тези доп. міжнар. наук. конф., 26 – 28 жовтня 2022 р., КНУ ім. Т. Шевченка, м. Київ, 2022. С. 21.
- М. Ю. Чернякова, К. М. Беліков, З. Ю. Буніна, "Нові глибокоевтектичні розчинники як екстрагенти елементних домішок Pb," Хімічні Каразінські читання – 2023 : тези доп. XV всеукр. наук. конф. студентів та аспірантів, 24 – 26 квітня 2023 р., ХНУ ім. В. Н. Каразіна, м. Харків, 2023. С. 86.
- М. Ю. Чернякова, К. М. Беліков, В. В. Варченко, "Нові евтектичні розчинники на основі ментолу для вилучення токсичних елементних домішок," Львівські хімічні читання – 2023 : тези доп. XIX наук. конф., 29 – 31 травня 2023 р., ЛНУ ім. І. Франка, м. Львів, 2023. С. 26.
- М. Ю. Чернякова, З. Ю. Буніна, К. М. Беліков, "Ментол : саліциальдоксим – новий глибокоевтектичний розчинник для екстракції іонів металів," XIV Всеукраїнська конференція молодих вчених, студентів та аспірантів з актуальних питань хімії CYS – 2023 : тези доп. конф., 10 – 12 жовтня 2023 р., ДНУ «НТК «Інститут монокристалів» НАН України», м. Харків, 2023. С. 51.
- М. Ю. Чернякова, К. М. Беліков, "Оптимізація умов екстракції металів з водних розчинів за допомогою дизайнерського глибокоевтектичного розчинника ментол : саліциальдоксим як екстракційної системи," Хімічні проблеми сьогодення : тези доп. VII міжнар. (XVII укр.) наук. конф. студентів, аспірантів і молодих учених, 19 – 21 березня 2024 р., ДНУ ім. В. Стуса, м. Вінниця, 2024. С. 24.
- М. Чернякова, К. Беліков, "Екстракційні властивості (глибоко)евтектичних розчинників на основі ментолу відносно катіонів металів," Інноваційні напрями розвитку хімії – 2024 : тези доп. I наук. конф. з міжнар. участю, 9 – 11 вересня 2024 р., ОНУ ім. І. І. Мечникова, м. Одеса, 2024. С. 66.

- М. Ю. Чернякова, К. М. Беліков, “Ментоловмісні (глибоко)евтектичні розчинники для екстракції іонів металів,” Київська конференція з аналітичної хімії: Сучасні тенденції – 2024 : тези доп. міжнар. наук. конф., 16 – 18 жовтня 2024 р., КНУ ім. Т. Шевченка, м. Київ, 2024. С. 90.
- М. Yu. Cherniakova, K. N. Belikov, “Promising menthol-based (deep) eutectic solvents for removal of inorganic species,” Хімічні проблеми сьогодення : тези доп. VIII міжнар. (XVIII укр.) наук. конф. студентів, аспірантів і молодих учених, 25 – 27 березня 2025 р., ДНУ ім. В. Стуса, м. Вінниця, 2025. С. 18.
- М. Yu. Cherniakova, O. V. Vashchenko, K. N. Belikov, “Effect of pH and organic ligand on the recovery of cadmium and lead using new menthol-based (deep) eutectic solvents,” Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи : матер. IX всеукр. наук. конф., 9 квітня 2025 р., ЖДУ ім. І. Франка, м. Житомир, 2025. С. 8.
- М. Чернякова, К. Беліков, “(Глибоко)евтектичні розчинники як екстракційні системи для задач аналітичного розділення та концентрування,” Львівські хімічні читання – 2025 : тези доп. XX наук. конф., 02 – 04 червня 2025 р., ЛНУ ім. І. Франка, м. Львів, 2025. С. 25.
- М. Чернякова, О. Кириченко, К. Беліков, “Молекулярно-динамічне дослідження L-ментолу, саліцилальдоксиму та їх бінарної суміші,” Львівські хімічні читання – 2025 : тези доп. XX наук. конф., 02 – 04 червня 2025 р., ЛНУ ім. І. Франка, м. Львів, 2025. С. 239.

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

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**Зв'язок з науковими темами:** 0125U001065; 0122U002561

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Беліков Костянтин Миколайович
2. Kostiantyn M. Belikov

**Кваліфікація:** к.х.н., с.д., 02.00.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23759880

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сухарев Сергій Миколайович
2. Serhiy M. Sukharev

**Кваліфікація:** д.х.н., професор, 02.00.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"**Код за ЄДРПОУ:** 02070832**Місцезнаходження:** вул. Підгірна, Ужгород, Ужгородський р-н., 88000, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Снігур Денис Васильович
2. Denys V. Snigur

**Кваліфікація:** к. х. н., доц., 02.00.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**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:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Брильова Катерина Юріївна
2. Kateryna Brylova

**Кваліфікація:** к. х. н., с.д., 02.00.04**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8903-4922**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23759880

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Татарець Анатолій Леонідович

2. Anatoliy L. Tatarets

**Кваліфікація:** к. х. н., с.д., 02.00.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23759880

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

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

ЧЕБАНОВ Валентин Анатолійович

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

Чебанов Валентин Анатолійович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Широбокова Марія Георгіївна

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна