

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U004166

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-11-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скворцова Поліна Олексіївна

2. Polina Skvortsova

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7515-4245

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 183

Назва наукової спеціальності: Технології захисту навколишнього середовища

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Технології захисту навколишнього середовища

Дата захисту: 05-12-2025

Спеціальність за освітою: Економіка довкілля і природних ресурсів

Місце роботи здобувача: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, 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 11135

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, 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: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 87.15.09.11, 87.21.23, 87.21.09, 87.53.25.25

Тема дисертації:

1. Екологічна безпека біосорбційної технології ремедіації ґрунтів
2. Ecological safety of biosorption technology of soil remediation

Реферат:

1. У зв'язку із посиленням проблеми забруднення ґрунтів хімічними речовинами, зростає кількість досліджень, пов'язаних з розвитком та удосконаленням екологічно безпечних та економічно вигідних технологій відновлення ґрунтів. Застосування традиційних фізичних та хімічних методів відновлення ґрунтів мають певні недоліки, що характерні високою вартістю, енерговитратністю та можливістю повторного забруднення екосистем. З огляду на це, популярності набувають біохімічні методи захисту навколишнього середовища, особливо біосорбційна технологія. Саме тому, дисертаційна робота спрямована на обґрунтування, розроблення та впровадження найбільш оптимальної біосорбційної технології для усунення екологічних ризиків, що пов'язані з хімічним забрудненням ґрунту. Метою дослідження є обґрунтування екологічної безпеки біосорбційної технології ремедіації ґрунтів, забруднених хімічними речовинами, із застосуванням розробленого біокомпозиту на основі дигестату та фосфогіпсу. Вперше теоретично обґрунтовано синергетичний ефект від застосування фосфогіпсу та анаеробного дигестату у складі біокомпозиту, що володіє біосорбційними властивостями по відношенню до йонів важких металів та

радіонуклідів. З метою підвищення рівня екологічної безпеки ґрунтів під час застосування біосорбційної технології теоретично обґрунтовано механізми комплексоутворення важких металів з флуоресцентними компонентами розчиненої органічної речовини дигестату та експериментально підтверджено низький ступінь фітотоксичності біокомпозиту за результатами фітотестування, що дозволило встановити оптимальні субстрати для його одержання. Розроблено методологічні засади до оцінки екологічної безпеки ґрунтів внаслідок застосування біосорбційної технології на основі біокомпозиту з анаеробного дигестату та фосфогіпсу шляхом Байєсівського підходу до аналізу екологічного ризику ґрунтів, забруднених важкими металами. Набули подальшого розвитку науково-методологічні засади щодо оцінювання еколого-економічної ефективності біосорбційної технології, що дозволяє обґрунтувати доцільність застосування технології у комплексній системі відновлення ґрунтів, порушених внаслідок воєнних дій. Вдосконалено науковий підхід до розроблення та впровадження технологічного рішення щодо біосорбційної технології з використанням біокомпозиту на основі фосфогіпсу та анаеробного дигестату. Проаналізовано механізми комплексоутворення важких металів з розчиненою органічною речовиною дигестату та встановлено, що гуміноподібні речовини найкраще зв'язуються з іонами Cu^{2+} та Zn^{2+} , а фульвоподібні речовини – з іонами Cr^{3+} та Pb^{2+} ; поєднання фульвоподібних і білковоподібних речовин знижує стабільність зв'язування всіх іонів важких металів; стабільні комплекси розчиненої органічної речовини з іонами Fe^{3+} утворюються незалежно від домінуючих органічних компонентів; константа умовної стабільності білковоподібних і гуміноподібних компонентів вище за рН, близького до нейтрального, ніж при кислому рН. Теоретичне моделювання та аналіз флуоресцентних компонентів та органічних функціональних груп, що зв'язують важкі метали, дозволили припустити, що курячий послід буде кращою сировиною для анаеробного зброджування, ніж осад стічних вод, якщо метою є отримання дигестату з високим вмістом гумінових речовин і гарними властивостями зв'язування важких металів. На підставі одержаних результатів фітотестування було встановлено, що обидва види дигестату (на основі курячого посліду та осаду стічних вод) як оброблені фосфогіпсом, так і необроблені є екологічно безпечними, оскільки індекс проростання насіння перців був вищий 50 %. Обґрунтовано можливість використання даних видів субстратів у складі біокомпозиту без токсичного впливу на ґрунт та безпосередньо рослинну продукцію. Оцінено рівень екологічного ризику для трьох сценаріїв розвитку подій: для сценарію 1 (забруднений п'ятьма важкими металами (Zn , Ni , Cd , Cu та Pb) ґрунт у місцях горіння військової техніки) індекс потенційного екологічного ризику склав $155,64 \pm 23,17$, що відповідає помірному рівню ризику; для сценаріїв 2 та 3 (у разі застосування біокомпозиту на основі курячого посліду та осаду стічних вод відповідно) індекс потенційного екологічного ризику склав $50,55 \pm 7,99$ та $58,33 \pm 9,14$, що відповідає низькому рівню ризику. У результаті застосування Байєсівського підходу до оцінки екологічного ризику з урахуванням розробленої системи якісних показників, встановлено зниження рівня ризику від високого до середнього. Таким чином, встановлено, що запропонована біосорбційна технологія має значний потенціал до очищення ґрунтів від важких металів за рахунок зв'язувальних властивостей органічної речовини дигестату та сорбційної здатності фосфогіпсу і поживному середовищу для підвищення мікробної активності.

2. In connection with the strengthening of the problem of soil contamination by chemical substances, the number of studies related to the development and improvement of environmentally safe and economically beneficial soil restoration technologies is increasing. The use of traditional physical and chemical methods of soil restoration have certain disadvantages, which are characterized by high cost, energy consumption and the possibility of repeated pollution of ecosystems. Given this, biochemical methods of environmental protection, especially biosorption technology, are gaining popularity. That is why the thesis is aimed at substantiation, development and implementation of the optimal biosorption technology to eliminate environmental risks associated with chemical soil pollution. The purpose of the study is to substantiate the ecological safety of the biosorption technology for the remediation of soils contaminated with chemical substances, using the developed biocomposite based on digestate and phosphogypsum. For the first time, the synergistic effect of using phosphogypsum and anaerobic digestate as part of a biocomposite with biosorption properties for heavy metal ions and radionuclides has been theoretically substantiated. In order to increase the level of ecological safety of soils when using biosorption

technology, the mechanisms of complexation of heavy metals with fluorescent components of dissolved organic matter of digestate were theoretically substantiated and the low degree of phytotoxicity of the biocomposite was experimentally confirmed based on the results of phytotesting. Methodological principles for assessing the ecological safety of soils as a result of the application of biosorption technology based on a biocomposite of anaerobic digestate and phosphogypsum through the Bayesian approach to the analysis of the ecological risk of soils contaminated with heavy metals have been developed. The scientific and methodological principles for evaluating the ecological and economic efficiency of biosorption technology have gained further development, which makes it possible to justify the feasibility of using the technology in a complex system of restoring soils disturbed as a result of military actions. The scientific approach to the development and implementation of a technological solution for biosorption technology using a biocomposite based on phosphogypsum and anaerobic digestate has been improved. The mechanisms of complex formation of heavy metals with dissolved organic matter of the digestate were analyzed and it was established that humic substances bind best to Cu^{2+} and Zn^{2+} ions, and fulvic substances – to Cr^{3+} and Pb^{2+} ions; the combination of fulvic-like and protein-like substances reduces the binding stability of all heavy metal ions; stable complexes of dissolved organic matter with Fe^{3+} ions are formed independently of the dominant organic components; the conditional stability constant of proteinaceous and humic components is higher at pH close to neutral than at acidic pH. Theoretical modeling and analysis of fluorescent components and organic functional groups that bind heavy metals suggested that chicken manure would be a better raw material for anaerobic digestion than sewage sludge if the goal is to obtain a digestate with a high content of humic substances and good binding properties. heavy metal leaching. Based on the phytotesting results, it was established that both types of digestate (based on chicken droppings and sewage sludge), both treated with phosphogypsum and untreated, are ecologically safe, since the germination index of pepper seeds was higher than 50%. The possibility of using these types of substrates as part of a biocomposite without toxic effects on the soil and directly on plant products is substantiated. The level of environmental risk was assessed for three scenarios of the development of events: for scenario 1 (soil contaminated by five heavy metals (Zn, Ni, Cd, Cu and Pb) in the places where military equipment is burned) the potential ecological risk index is 155.64 ± 23.17 , which corresponds to a moderate risk level; for scenarios 2 and 3 (in the case of using a biocomposite based on chicken manure and sewage sludge, respectively) the potential ecological risk index is 50.55 ± 7.99 and the potential ecological risk index is 58.33 ± 9.14 , which corresponds to a low level of risk. As a result of the application of the Bayesian approach to environmental risk assessment, considering the developed system of qualitative indicators, a reduction in the level of risk from high to medium has been established. Thus, it was established that the proposed biosorption technology has a significant potential for soil purification from heavy metals due to the binding properties of the organic matter of the digestate and the sorption capacity of phosphogypsum and the nutrient medium to increase microbial activity.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Рациональне природокористування

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Chernysh Y., Plyatsuk L., Roubik H., Yakhnenko O., Skvortsova P., Bataltsev Y. Application of Technological Solutions for Bioremediation of Soils Contaminated with Heavy Metals. Journal of Engineering Sciences, 2021. № 8(2). P. H8–H16.
- Скворцова П. О., Аблеева І. Ю. Екологічна безпека технології поводження з дигестатом різного генезису. Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека», 2024. № 15(1/2024). С. 67–74.

- Chernysh Y., Shtepa V., Roy I., Chubur V., Skvortsova P., Ivlieva A., Danilov D. The Potential of Organic Waste as a Substrate for Anaerobic Digestion in Ukraine: Trend Definitions and Environmental Safety of the Practices. Environmental Problems. 2021. Vol. 6, No. 3. P. 135–144.
- Chernysh Y., Balintova M., Shtepa V., Skvortsova P., Skydanenko M., Fukui M. Integration of Processes of Radionuclide-Contaminated Territories Decontamination in the Framework of their Ecological-Socio-Economic Rehabilitation. Ecological Engineering & Environmental Technology. 2022. Vol. 23, Issue 1. P. 110–124.
- Skvortsova P. O., Ablicieva I. Yu., Tonderski K., Chernysh Ye. Yu., Plyatsuk L. D., Sipko I. O., Mykhno H. I. Synergetic Effect of Digestate Dissolved Organic Matter and Phosphogypsum Properties on Heavy Metals Immobilization in Soils. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), 2024. № 11(1). P. H9–H20.
- Skvortsova P., Ablicieva I., Boiko A., Chernysh Y., Bataltsev Y., Kuzomenska K., Roubik H. Assessment of ecological safety and economic efficiency of biosorption technology for soil protection after hostilities. Journal of Hazardous Materials Advances, 2025. № 18. 100677.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0116U006606, 0121U114478, 0121U114460

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Черниш Єлізавета Юріївна
2. Yelizaveta Chernysh

Кваліфікація: д. т. н., доц., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4103-4306

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55906737000>

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аблеева Ірина Юріївна
2. Iryna Ablicieva

Кваліфікація: д. т. н., доцент, 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2333-0024

Додаткова інформація:**Повне найменування юридичної особи:** Сумський державний університет**Код за ЄДРПОУ:** 05408289**Місцезнаходження:** вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, 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. Сабадаш Віра Василівна

2. Vira Sabadash

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.08**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6091-4053**Додаткова інформація:** <https://scholar.google.com.ua/citations?user=guToqMUAAAAJ&hl=uk>;<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193995645>;<https://www.webofscience.com/wos/author/record/1104505>**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. Трохименко Ганна Григорівна

2. Ganna Trokhyumenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.06.01**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0835-3551**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57192818654>;<https://www.webofscience.com/wos/author/record/56047541>;<https://www.webofscience.com/wos/author/record/56052460>;<https://www.webofscience.com/wos/author/record/16830346>;https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=fnXJ_9IAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Код за ЄДРПОУ: 02066753

Місцезнаходження: проспект Героїв України, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трунова Інна Олександрівна

2. Inna Trunova

Кваліфікація: к.т.н., доц., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4927-0477

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. ВАКАЛ Сергій Васильович

2. Serhii Vakal

Кваліфікація: д.т.н., ст. наук .співр., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3547-4930

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Гурець Лариса Леонідівна

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

Гурець Лариса Леонідівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бойко Антон Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна