

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0525U000225

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-05-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хохлов Андрій Вікторович

2. Andrii V. Khokhlov

Кваліфікація: к.т.н., с.д., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5340-1869

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 21.06.01

Назва наукової спеціальності: Екологічна безпека

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 05-06-2025

Спеціальність за освітою: обладнання і технологія зварювального виробництва

Місце роботи здобувача: Державна організація Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05398131

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, буд. 13, Київ, 03164, 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):** Д 26.880.01

**Повне найменування юридичної особи:** Державний заклад "Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління"

**Код за ЄДРПОУ:** 19491035

**Місцезнаходження:** вул. Митрополита Василя Липківського, буд. 35, Київ, 03035, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство екології та природних ресурсів України

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Повне найменування юридичної особи:** Державна організація Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05398131

**Місцезнаходження:** вул. Генерала Наумова, буд. 13, Київ, 03164, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 87.15.05.21, 87.19.03, 87.21.03, 87.33.33, 87.33.35

**Тема дисертації:**

1. Створення та застосування біосорбційних комплексів для знешкодження екотоксикантів у довкіллі.
2. Creation and application of biosorption complexes for neutralization of ecotoxics in the environment.

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена розробці наукових основ та технологічних засад отримання та застосування біологічних сорбційних комплексів з відновлюваної та вторинної рослинної сировини, дія яких направлена на знешкодження антропогенного забруднення природних екосистем високотоксичними речовинами, що з'являються в результаті військової та господарської діяльності людства – важкі метали, нафтопродукти та пестициди. Цілеспрямоване формування функціональної поверхні сорбційних матеріалів з піролізованих рослинних відходів (біовугілля), які хімічно та біологічно модифіковані по відношенню до катіонів важких металів, пестицидів та вуглеводнів нафти, було обґрунтовано науковими дослідженнями та аналізом їх структурних характеристик, біологічною сумісністю з мікроорганізмами-деструкторами токсичних речовин. Одержано високоефективні відносно важких металів сорбенти на основі піролізату рисового лушпиння та багаси цукрової тростини, які були модифіковані сіркою та сульфат

відновлювальними бактеріями. Підвищення сорбційно-кінетичних характеристик при хімічному модифікуванні рослинної біомаси обумовлено зміною структурного стану за рахунок іонного та молекулярного зв'язування у безпечні нерухомі сульфідні форми. Встановлено, що піролізована сировина кукурудзяного качана має значні показники олеофільної поверхні і сорбційних властивостей щодо нафтозабруднень. Мікробна модифікація біовугілля нафтоокислюючими мікроорганізмами природного походження дозволяє підвищити ефективність сорбційного матеріала. Також, створено біосорбційний препарат деструктивного типу на основі біологічно активованого глауконіту світлого кольору для очищення специфічних піщаних ґрунтів від нафти та застарілих нафтозабруднень, який має задовільну нафтоємність (4 г нафти на 1 г сорбенту) та який є біосумісний з нафтоокислюючими мікроорганізмами. Створено біосорбційний комплексний препарат деструктивної дії щодо пестицидів з високою перисцентністю, який є рослинним композитом з подрібненої соломи пшениці, торфу, багаси цукрової тростини та з модифікаторами природних мікроорганізмів деструкторів пестицидів. Польові випробування біосорбційних комплексів та впровадження розроблених технологічних рішень у промислових умовах, де мікроорганізми-детоксиканти закріплюються на носіях не інертних, а сорбційно-активних до ксенобіотиків, показали, що це новий та високоефективний підхід до вирішення практичних задач додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля для підвищення екологічної безпеки України.

2. The dissertation work is devoted to the development of scientific foundations and technological principles for obtaining and applying biological sorption complexes from renewable and secondary plant raw materials, the action of which is aimed at neutralizing anthropogenic pollution of natural ecosystems with highly toxic substances that appear as a result of military and economic activities of mankind - heavy metals, petroleum products and pesticides. The purposeful formation of the functional surface of sorption materials from pyrolyzed plant waste (biochar), which are chemically and biologically modified with respect to cations of heavy metals, pesticides and petroleum hydrocarbons, was substantiated by scientific research and analysis of their structural characteristics, biological compatibility with microorganisms-destroyers of toxic substances. Highly effective sorbents for heavy metals were obtained based on rice husk pyrolysate and sugarcane bagasse, which were modified with sulfur and sulfate-reducing bacteria. The increase in sorption-kinetic characteristics during chemical modification of plant biomass is due to a change in the structural state due to ionic and molecular binding into safe immobile sulfide forms. It was established that the pyrolyzed corn cob raw material has significant indicators of oleophilic surface and sorption properties for oil pollution. Microbial modification of biochar with oil-oxidizing microorganisms of natural origin allows to increase the efficiency of the sorption material. Also, a biosorption preparation of a destructive type based on biologically activated light-colored glauconite has been created for cleaning specific sandy soils from oil and old oil pollution, which has a satisfactory oil capacity (4 g of oil per 1 g of sorbent) and is biocompatible with oil-oxidizing microorganisms. A biosorption complex preparation of destructive action against pesticides with high persistence has been created, which is a plant composite of crushed wheat straw, peat, sugar cane bagasse and with modifiers of natural microorganisms of pesticide destructors. Field tests of biosorption complexes and the implementation of developed technological solutions in industrial conditions, where detoxifying microorganisms are fixed on carriers that are not inert, but sorption-active to xenobiotics, have shown that this is a new and highly effective approach to solving practical problems of complying with the standards of harmful effects on the environment to increase the ecological safety of Ukraine.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0107U000861, 0112U000393, 0115U002068, 0118U003421, 0122U000558

**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:**

1. Khokhlov, A.V., Khokhlova, L.Y., Titarenko, M.V. Development of Bio Sorption Composites of a Destructive Type for Purification of Soil Contaminated with Pesticides. *Science in innovation*, 16(3), 2020. P.65-76. <https://doi.org/10.15407/scine16.03.065>
2. Andriy V. Khokhlov, Lyudmila I. Khokhlova. Modified rice husk biochar for binding Cd(II), Cu(II) ions in aqueous solutions. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022, 30(4), P.659-666. doi:10.15421/jchemtech.v30i4.26817
3. Andriy V. Khokhlov, Lyudmila I. Khokhlova, Natalia V. Sych. Using modified biochar from bagasse for removal heavy metal. *Journal of Chemistry and Technologies*, 2022, Vol. 30(3), P.459-465. doi:10.15421/jchemtech.v30i3.262094
4. Andriy V. Khokhlov, Lyudmila I. Khokhlova, Maria F. Kovtun. Chemical and Physico-Chemical features of modified biocarbon ecosorbent for binding heavy metal ions. *Journal of Chemistry and Technologies*, 2024, 32(2), P.363-370. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i2.29846>
5. A.V. Khokhlov. Chemical-Physical Features of the biochar-based oil-destructive sorbent. *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. 2023. Т. 14. № 2. P. 255-261.
6. Khokhlov A., Strelko V., Khokhlova L. Physico-chemical features of bioactive carbon sorbents for oil. *Chemistry and Chemical Technology*. 2018, Vol. 12, No. 3, P.337-340. <https://doi.org/10.23939/chcht12.03.337>
7. Khokhlov A.V. Biochar from plant materials with a high ability to degrade oil products. *Actual problems of natural sciences: Modern scientific discussions. Collective Monograph*. Lublin, Poland, 2020. P. 659-676. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-45-7.31>
8. Khokhlov A.V. Biocarbon sorbent of complex action. LAB "Lambert" Academic Publishing. 2014. P. 108.
9. Хохлов А.В., Хохлова Л.И., Корнілович Б.Ю., Лапко В.В., Ван Цзянин. Вплив ксеропротекторів на біодеструктивну активність вуглецевого біосорбенту відносно стійких сполук вуглеводнів нафти. *Енерготехнології та ресурсозбереження*, 2010. №3. С.69-74.
10. Khokhlov A., Khokhlova L. Mendel University in Brno. Carbon Sorbent of Destructive Type Based on Wood Biochar for Removal of Oil Pollution. *Journal Environment Analitic Toxicology*, 2018, 8:4. DOI: 10.4172/2161-0525.10005
11. Khokhlov A., Titarenko M., Khokhlova L. Studies of the effectiveness of the use of biosorption complexes for purification of oil polluted sandy soils. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2018, 3/3(41), С.16-20. DOI:10.15587/2312-8372.2018.134839.
12. Хохлов А.В., Хохлова Л.И., Купчик Л.А., Титаренко М.В. Біосорбційний композит для детоксикації пестицидів у ґрунтах. *Екологічні науки*, 2019. в. 26. С.59-64. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-2611>
13. A. Khokhlov, L. Khokhlova. Development of biocarbon sorbent from corn waste with increased destructive activity in relation to oil. *Technology Audit and Production Reserves*. 2021, 4/3(60). P.21-26. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.238342>
14. Хохлов А.В., Хохлова Л.И., Титаренко М.В. Деструктивні властивості Біосорбційних комплексів при знешкодженні пестицидів у ґрунтах. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 100. Т. 2. С.325-330.
15. Хохлов А.В., Хохлова Л.И. Очищення піщаних ґрунтів від нафтозабруднень застосуванням біосорбційних комплексів. *Екологічні науки*, 2020, № 6(33), С. 86-90. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.12>

- 16. Хохлов А.В., Гомеля М.Д., Хохлова Л.Й. Детоксикація важких металів у ґрунті застосуванням модифікованого біовугілля з рисового лушпиння. Таврійський науковий вісник. 2022, №125, С.244-251. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.33>
- 17. Хохлов А.В., Хохлова Л.Й., Биченко А.А..Ф. Фізико-хімічні властивості біосорбційних комплексів. Теорія та практика сучасної науки. 2015, №6 (6), С.1296-1298.
- 18. L Khokhlova, V Strelko, A Khokhlov, V Lapko, W Jia-Ning. Bioremediation of oil-polluted soil with sorptive bio-complexes. Chem. Science. 23(6). 2010.
- 19. Хохлов А.В., Хохлова Л.Й. Біосорбційні комплексні матеріали для детоксикації пестицидів у ґрунтах. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С.281-288. <https://doi.org/10.32851/2226-0099>
- 20. Хохлов А., Тітаренко М., Хохлова Л. Біосорбційна технологія очищення ґрунтів від екоотоксикантів. Журнал «Теорія та практика сучасної науки». 2017. № 6(24), С.108-112.
- 21. Strelko V.V., Khokhlov A.V., Bychenko A.A., Khokhlova L.Y., Kupchik L.A. Remediation of soil involving sorption technologies. Збірник праць. Ecology. Beregovo, Transcarpathia, Ukraine. 2014. P.122-127.
- 22. Хохлов А.В., Хохлова Л.Й. Sulfur-containing Biocarbon Material of Strong Binding of Heavy Metals. БГТУ belstu. 2019. С.159-162.
- 23. A.V. Khokhlov, M.M. Kupchuk, L.I. Khokhlova. Ecosorbent Based On Modified Biochar from Rice Husk for Strong Binding Of Heavy Metals in Soil. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) e-ISSN: 2319-2402, p-ISSN: 2319-2399. Volume 15, Issue 6, Ser. II, P. 33-38.
- 24. A.V. Khokhlov, M.V. Titarenko, L.I. Khokhlova. Specific Biosorbents Composite for Neutralization of Oil Pollution of Sandy Soils. Сорбційні та хроматографічні процеси. 2014. т.14. Вип. 5. С. 879-883.
- 25. Хохлов А.В., Хохлова Л.Й., Ковтун М.Ф. Екосорбент на основі рослинної сировини для детоксикації кадмію у ґрунтах. Екологічні науки. 2023, 3(48),195-200. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.3-48.31>
- 26. Хохлов А.В., Хохлова Л.Й. Використання рослинних біоактивованих композитів для очищення нафтозабруднених ґрунтів. Екологічні науки, 2024, 56, 189-192. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.28>
- 27. Хохлов А.В., Гомеля М.Д., Хохлова Л.Й. Гранульований сорбційний композит на основі рослинної сировини для детоксикації пестицидів у ґрунтах. Екологічні науки, 3(42). 2022. С.61-66. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.10>
- 28. V. Strelko, L. Khokhlova, N. Kartel, I. Breus, A. Khokhlov. Sorptive bio-complexes complexes for remediation of soils and grounds contaminated by oil hydrocarbons. Environ. Radio ecol. and Applied Ecol. V.13, № 1. 2007. P.29-33.
- 29. Хохлов А.В. Біовуглецеві матеріали деструктивного типу для очищення екосистем від нафтозабруднень. Збірник наукових трудів "Проблеми сучасної науки". ЛОГОС. вип. 10, 2013. С.66-74.
- 30. Khokhlov A., Khokhlova L., Titarenko M. Biosorptive complexes in solving the problems Ecotechnics. J. European Applied Sciences (ISSN 2195-2183), 10, 2015. P. 41-50.
- 31. Khokhlov A.V. Technological and physical-chemical features of bio-sorptional processes upon liquidation of oil pollution. Науковий журнал Апробація, 2016, № 1, (40). С.23-25.
- 32. Khokhlov A.V., Khokhlova L.I. Remediation of contaminated soils application of biosorption complexes. European Journal of Technical and Natural Sciences. 2017. №2. P. 41-49.
- 33. A.V. Khokhlov, M.V. Titarenko, L.I. Khokhlova. The sorbent of complex action based on biochar for elimination of oil pollution. J. The development of nature sciences: problems and solutions, 2018. P. 155-160.
- 34. A.V. Khokhlov, M.V. Titarenko, L.I. Khokhlova. The use of biosorption complexes in environmental technologies. Екологія та захист навколишнього середовища, 2019. P 98-101.
- 35. A.V. Khokhlov, MV Titarenko, LI Khokhlova. Specific biosorbents composite for neutralization of oil pollution of sandy soils. Мінськ: БГУ. 2018.

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

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; збільшення обсягів виробництва; поліпшення стану навколишнього середовища

### **Охоронні документи на ОПВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Хохлов А.В., Стрелко В.В., Хохлова Л.Й. Біосорбційний матеріал деструктивного типу для очищення водних та ґрунтових середовищ від пестицидів. Патент України на корисну модель №88046 UA, опубл. 25. 02. 2014. Бюл. № 4.
2. Хохлов А. В., Хохлова Л.Й. Титаренко М. В. Спосіб отримання гранульованого біосорбційного композиту для знешкодження пестицидного забруднення ґрунтів. Патент України на корисну модель №139695 UA, опубл.10. 01. 20. бюл. №1.
3. Хохлов А.В., Хохлова Л.Й. Сірковмісний біовуглецевий матеріал для знешкодження важких металів у водних та ґрунтових середовища. Патент України на корисну модель №127578 UA. опубл. 10. 08. 2018, бюл. № 15.
4. Хохлов А. В., Хохлова Л. Й. Спосіб одержання біовуглецевого матеріалу з багаси для зв'язування важких металів у водних та ґрунтових середовищах. Патент України на винахід № 128170 UA, опуб. 24.04.2024, бюл. № 17.
5. Хохлов А. В., Хохлова Л. Й. Спосіб одержання вуглецевого матеріалу деструктивного типу з відходів кукурудзи для знешкодження нафтозабруднень у водних та ґрунтових середовищах. Патент України на винахід №127846 UA., опубл. 17.01.2024, бюл. № 3.

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0107U000861, 0112U000393, 0115U002068, 0118U003421, 0122U000558

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

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

### **Офіційні опоненти**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Петрушка Ігор Михайлович
2. Ihor M. Petrushka

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.17.11, 21.06.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3344-4196

#### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет Львівська політехніка

**Код за ЄДРПОУ:** 020710113

**Місцезнаходження:** Степана Бандери буд. 13, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. ПЕТРУК Роман Васильович

2. Roman PETRUK

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 21.06.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5128-4053

**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191848691>

**Повне найменування юридичної особи:** Вінницький національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070693

**Місцезнаходження:** вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. ОЛЬХОВИК Юрій Олександрович

2. YURI OLNHOVYK

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 21.06.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5653-2370

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний авіаційний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 01132330

**Місцезнаходження:** проспект Любомира Гузара, буд. 1, Київ, 03058, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

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

Єрмаков Віктор Миколайович

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

Єрмаков Віктор Миколайович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Маркіна Людмила Миколаївна

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна