

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000387

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 31-01-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чубур Вікторія Сергіївна

2. Viktoriia Chubur

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: 12-05-2023

Спеціальність за освітою: 183 Технології захисту навколишнього середовища

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 1217

**Повне найменування юридичної особи:** Сумський державний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05408289

**Місцезнаходження:** вул. Харківська, буд. 116, 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, буд. 116, 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:** 70.01.84, 87.53

**Тема дисертації:**

1. Екологічно безпечна утилізація відходів в енергетичних цілях в технологіях захисту довкілля
2. Environmentally safe utilisation of waste for energy purposes in environmental protection technologies

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена розробленню технологічних рішень утилізації відходів в анаеробних системах отримання енергетичних ресурсів та корисних біопродуктів із зменшенням техногенного впливу на довкілля. Виконано аналіз техногенного впливу на екосистему під час поводження з відходами різного генезису. Проведена оцінка вибору інтегрованих процесів утилізації відходів для потреб зеленої енергетики на підставі вивчення складу, властивостей і методів їх обробки з розробкою експериментально-методичного комплексу реалізації процесів утилізації відходів в енергетичних цілях. Для реалізації експериментальних досліджень було розроблено кілька установок моделювання процесу інтенсифікації анаеробної конверсії органічних відходів з використанням фосфогіпсу під час електроферментації та з використанням ультразвукової попередньої обробки відходів. Встановлена оптимальна концентрація фосфогіпсу під час анаеробного зброджування кількох типів органічних відходів рослинного та тваринного походження, та була розроблена узагальнююча типологія органічних відходів, які можуть використовуватися для потреб зеленої енергетики. Досліджено вплив різних доз мінерального навантаження з відношеннями 5% та 15% добавки

фосфогіпсу до маси сухої речовини рослинного субстрату на виробництво біогазу, вихід метану, якість і концентрацію елементів в дигестаті до та після процесу анаеробного зброджування. У комплексному біопрепараті на основі дигестату (органічного добрива) із фосфогіпсом порівняно з дигестатом без добавки були визначені значні збільшення концентрації калію, кальцію, кремнію, сірки та алюмінію, що дозволяє використання біопрепаратів на ґрунтах, що потребують відновлення родючості та біостимулювання розвитку корисної ґрунтової біоти. У процесі інтенсифікації електроферментації органічних відходів із фосфогіпсом як мінеральною добавкою визначено механізми компенсаторної дії на газо-рідинну та тверду фази зброджуваних відходів із зв'язуванням токсичних компонентів в біогазі та дигестаті. Науково та експериментально обґрунтовано, що біоелектрохімічні реакції дозволяють скоротити період стабілізації процесу виходу біогазу і збільшити кількість виділеного біометану. Загальний вихід біогазу з біореактора-електролізера збільшився на 30-35%, продуктивність на 28 добу становила 1525 мл, з яких 640,5 мл метану, порівняно із стандартними умовами на 28 добу вихід біогазу становив 50 мл (з яких 33,4 мл метан). Визначено оптимальний режим проведення електроферментації з постійним електричним струмом силою 20 А протягом 5 хвилин один раз на добу. При цьому вміст сірководню в біогазі з біореактора-електролізера значно нижчий, ніж при стандартних умовах анаеробного збородження. Так, в процесі електро ферментації з добавкою фосфогіпсу концентрація сірководню знизилася на 14-й день до 487 ppm, під час стандартних умов концентрація цієї шкідливої домішки становила понад 5000 ppm. Практична значущість роботи підтверджена результатами впровадженими в рамках спільного українсько-чеського науково-дослідного проекту "Біоенергетичні інновації в рециклінгу відходів та раціональному використанні природних ресурсів" (2021-2022 рр.), а також у рамках проекту "AgriSciences Platform for Scientific Enhancement of HEIs in Ukraine"(2020-2022). Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження у виробництво технології отримання твердофазного продукту ферментації органо-мінерального добрива із анаеробного дигестату в поєднанні з фосфогіпсом, як відходом хімічного виробництва, проведеними на базі Сумського НДІ «МІНДІП» (підтверджено актом впровадження від 15 вересня 2022 року) у м. Суми та СП «ТЕХНОПОЛІС» (підтверджено актом впровадження від 1 жовтня 2022 року). Крім того, отримано патент на корисну модель (патент України №149860, 2021). Впроваджено в навчальний процес кафедри прикладної екології Сумського державного університету методичний підхід щодо реалізації концепції "зеленої" енергетики в процесах утилізації органічних відходів з отриманням біогазу та біокомполітів, спосіб інтенсифікація виробництва біогазу в технологіях адаптації до змін клімату, для досягнення стабільного розвитку екосистеми в умовах високого рівня техногенного навантаження в навчальному процесі дисциплін «Техноекологія», «Біотехнології в промисловості» та «Інноваційні підходи до розроблення технологій захисту довкілля» (акт від 7 квітня 2022 року). Крім того, впроваджено у межах проекту "Біоенергетичні інновації в управлінні відходами: Європейський досвід впровадження циркулярної економіки" програми ЄС Еразмус+ Жан Моне (BIOINWASTE, № 101085172) в 2022. Також у межах спільного освітнього проекту "Екомайнінг: Development of Integrated Ph.D. Program for Sustainable Mining & Environmental Activities" під час досліджень технології утилізації відходів в енергетичних цілях в Технічному університеті "Bergakademie Freiberg" (Німеччина).

2. The dissertation is dedicated to the development of technological solutions for waste utilization in anaerobic systems for energy resource and useful bioproducts production with a reduction of environmental impact. The study analyzes the anthropogenic impact on ecosystems during the management of waste of various genesis. An assessment of the selection of integrated waste utilization processes for the purposes of green energy was carried out based on the study of their composition, properties, and processing methods, with the development of an experimental and methodological complex for implementing waste utilization processes for energy purposes. Several experimental setups were developed for modeling the process of intensifying anaerobic conversion of organic waste using phosphogypsum during electrofermentation and ultrasonic pre-treatment of waste. Optimal phosphogypsum concentration during anaerobic digestion of various types of organic waste of plant and animal origin was determined and a generalized typology of organic waste that can be used for green energy needs was developed. The effect of different doses of mineral loadings with ratios of 5% and 15% of phosphogypsum additive to the dry matter mass of plant substrate on biogas production, methane yield, quality, and concentration of

elements in digestate before and after the anaerobic fermentation process was investigated. Significant increases in potassium, calcium, silicon, sulfur, and aluminum concentrations were identified in the complex bioproduct based on digestate (organic fertilizer) with phosphogypsum compared to digestate without additives, allowing to use bioproduct on soils that require fertility restoration and bio-stimulation of beneficial soil biota. During the electro-fermentation intensification of organic waste with phosphogypsum as a mineral additive, the mechanisms of compensatory action on the gas-liquid and solid phases of fermented waste with the binding of toxic components in biogas and digestate were determined. It was scientifically and experimentally substantiated that bioelectrochemical reactions can reduce the stabilization period of the biogas production process and increase the amount of biomethane produced. The overall biogas output from the electro-lysis bioreactor increased by 30-35%, and the productivity over 28 days was 1525 ml, with 640.5 ml of methane, compared to the standard conditions on the 28th day the biogas yield was 50 ml (33.4 ml of methane). The optimal mode of electrofermentation with a constant electric current of 20 A for 5 minutes once a day was determined. The hydrogen sulfide content in the biogas from the bioreactor electrolyzer was significantly lower than under standard anaerobic fermentation conditions. During electro-fermentation with the addition of phosphogypsum, the concentration of hydrogen sulfide decreased on the 14th day to 487 ppm, while under standard conditions the concentration of this harmful impurity was more than 5000 ppm. Practical recommendations have been developed for the implementation of a technology for obtaining a solid-phase product of fermentation of organo-mineral fertilizer from anaerobic digestate in combination with phosphogypsum, a waste of chemical production, carried out at the Sumy Research Institute "MINDIP" (confirmed by the implementation act of September 15, 2022) in Sumy city and SP "TECHNOPOLIS" (confirmed by the implementation act of October 1, 2022). In addition, a patent for a utility model has been obtained (Ukrainian patent No. 149860, 2021). A methodological approach for the implementation of the "green" energy concept in the processes of organic waste utilization to produce biogas and biocomposites has been introduced into the educational process of the Department of Applied Ecology at Sumy State University. This approach includes the intensification of biogas production technologies in adaptation to climate change, to achieve sustainable development of ecosystems in conditions of high levels of technology is implemented in the disciplines "Technoecology", "Biotechnology in Industry", and "Innovative Approaches to Environmental Protection Technologies" (Act of April 7, 2022). Additionally, it has been implemented within the framework of the European Union Erasmus+ Jean Monnet program project "Bioenergy Innovations in Waste Management: European Experience in Circular Economy" (BIOINWASTE, No. 101085172) in 2022. Furthermore, research on waste utilization technology for energy purposes is being conducted at the Technical University "Bergakademie Freiberg" (Germany) as part of the joint educational project "Eco-mining: Development of an Integrated Ph.D. Program for Sustainable Mining and Environmental Activities."

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Енергетика та енергоефективність

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

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

**Публікації:**

- Данилов Д. В., Чубур В. С., Черниш Є. Ю., Яхненко О. М. (2020) Біоенергетична утилізація відходів: моделювання напрямків розвитку. Людина та довкілля. Проблеми неоекології 34: 141-152.
- Chernysh Y, Shtepa V, Roy I, Chubur V, Skvortsova P, Ivlieva A, Danilov D (2021) The potential of organic waste as a substrate for anaerobic digestion in Ukraine: trend definitions and environmental safety of the practices. Environmental Problems 6(3):135-144.

- Chubur V, Chernysh Y, Ferchau E, Zaffar N (2022) Effect of Phosphogypsum Addition on Methane Yield in Biogas and Digestate Properties During Anaerobic Digestion. *Journal of Engineering Sciences* 9(1):H11–H18
- Чубур В. С., Черниш, Є. Ю., Скиданенко М. С., Данилов Д. В., Білоус О. О. (2022) Переробка пташиного посліду в енергетичних цілях в технологіях захисту довкілля. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях 3(13):86–92.
- Chernysh Y, Roy I, Chubur V, Shulipa Y, Roubík H (2021) Co-digestion of poultry litter with cellulose-containing substrates collected in the urban ecosystem. *Biomass Convers Biorefin*
- Shtepa V, Balintova M, Chernysh Y, Chubur V, Demcak S, Gautier M (2021) Rationale for the Combined Use of Biological Processes and AOPs in Wastewater Treatment Tasks. *Applied Sciences* 11(16):7551.
- Haneklaus N, Barbossa S, Basallote M D, Bertau M, Bilal E, Chajduk E, Chernysh Y, Chubur V, Cruz J, Dziarczykowski K, Fröhlich P, Grosseau P, Mazouz H, Kiegiel K, Nieto J M, Pavón S, Pessanha S, Pryzowicz A, Roubík H, Zakrzewska-Kołtuniewicz G (2022) Closing the upcoming EU gypsum gap with phosphogypsum. *Resour Conserv Recycl* 182:106328.
- Chernysh Y, Balintova M, Shtepa V, Chubur V, Junakova N (2022) Effect of Electrolysis on Activated Sludge during the Hydrolysis and Acidogenesis Stages in the Anaerobic Digestion of Poultry Manure. *Sustainability* 14:6826
- Chernysh Y, Shtepa V, Danilov D, Plyatsuk L, Chubur V (2022) Anaerobic Digestion Combined with Electrolysis of Poultry Manure and Activated Sludge Inoculum. *Problems of the Regional Energetics* 2(54):101-113
- Chubur V, Danylov D, Chernysh Y, Plyatsuk L, Shtepa V, Haneklaus N, Roubik H (2022) Methods for Intensifying Biogas Production from Waste: A Scientometric Review of Cavitation and Electrolysis Treatments. *Fermentation* 8(10):570.
- Chernysh Y, Yakhnenko O, Chubur V, Roubík H (2021) Phosphogypsum Recycling: A Review of Environmental Issues, Current Trends, and Prospects. *Applied Sciences* 11(4):1575.

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

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Черниш Єлизавета Юріївна
2. Yelizaveta Y. Chernysh

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Сумський державний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05408289

**Місцезнаходження:** вул. Харківська, буд. 116, 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. Рубік Гінек ..
2. Hunek Roubík

**Кваліфікація:** д.філософ, доцент, 183

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7498-4140

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Чеський університет природничих наук

**Код за ЄДРПОУ:** ...

**Місцезнаходження:** вул. Камицька, 129, м. Прага, 16500, Чехія

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мальований Мирослав Степанович
2. Myroslav Malovanyi

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3035-7513

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний технологічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071062

**Місцезнаходження:** вул. Канатна, буд. 112, Одеса, 65039, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сагдеева Ольга Анісівна
2. Olha Sahdieieva

**Кваліфікація:** к. т. н., доцент, 21.06.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3035-7513

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний технологічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071062

**Місцезнаходження:** вул. Канатна, буд. 112, Одеса, 65039, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Васькіна Ірина Валеріївна

2. Iryna V. Vaskina

**Кваліфікація:** к. т. н., старший науковий співробітник, 21.06.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5904-9640

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Сумський державний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05408289

**Місцезнаходження:** вул. Харківська, буд. 116, 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. Кузьміна Тетяна Миколаївна

2. Tetiana Kuzmina

**Кваліфікація:** к. т. н., доцент, 03.00.17

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0009-0001-1286-5701

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Сумський державний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05408289

**Місцезнаходження:** вул. Харківська, буд. 116, 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**

Вакал Сергій Васильович

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

Вакал Сергій Васильович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Бойко Антон Олександрович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна