

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002158

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-06-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Білий Віталій Вікторович

2. Vitalii Bilyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0008-7608-4796

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 124

Назва наукової спеціальності: Системний аналіз

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Системний аналіз

Дата захисту: 11-08-2026

Спеціальність за освітою: системний аналіз

Місце роботи здобувача: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, 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 14435

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, 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:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 28.29.04

**Тема дисертації:**

1. Підтримка прийняття рішень щодо відновлення пошкоджених об'єктів за умов невизначеності на основі інтелектуальних технологій
2. Decision support for the restoration of damaged objects under uncertainty based on intelligent technologies

**Реферат/анотація:**

1. Дисертаційне дослідження присвячено розробці інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи, що забезпечує вирішення науково-практичної проблеми підтримки прийняття рішень щодо відбудови пошкоджених об'єктів за умов невизначеності. Вирішення цієї проблеми пов'язане з подоланням розриву між етапами фіксації пошкоджень, оцінки вартості відновлення та ухвалення рішень про вибір альтернативи відбудови, що виникає внаслідок фрагментарності наявних інструментів та неповноти вхідних даних. Об'єктом дослідження є процеси фіксації пошкоджень та оцінювання вартості відбудови пошкоджених об'єктів. Предметом дослідження є інформаційно-аналітична система для підтримки прийняття рішень про відбудову пошкоджених об'єктів. Мета дослідження полягає у розробці інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи на основі веб-технологій, що містить модулі аналітики, оцінювання вартості, прогнозування та збереження пам'яті культурної спадщини. У першому розділі проаналізовано актуальність проблеми фіксації руйнувань і відбудови в умовах збройної агресії. Здійснено огляд існуючих ІАС підтримки

прийняття рішень, підходів до побудови цифрових двійників та методів машинного навчання для прогнозування вартості відновлення. Обґрунтовано необхідність створення комплексної системи, яка інтегрує функції обліку, аналітики, прогнозування та сценарного моделювання. У другому розділі розроблено концепцію ІАС на основі гібридної архітектури, що поєднує монолітний веб-застосунок із відокремленим ML-мікросервісом. Формалізовано багатокритеріальну задачу прийняття рішення про відбудову пошкодженого об'єкта як задачу вибору з множини альтернатив в умовах невизначеності з урахуванням належності об'єкта до культурної спадщини. Формалізовано задачу прогнозування вартості відновлення як регресійну задачу машинного навчання із застосуванням комбінованого кодування категоріальних ознак. У третьому розділі описано реалізацію ІАС, що охоплює модулі обліку пошкоджених об'єктів, інтерактивну карту, підсистему OLAP-аналітики та модуль віртуальних турів для збереження пам'яті про об'єкти культурної спадщини. Розроблено цифровий двійник пошкодженого об'єкта, що поєднує цифровий профіль з прогностичним шаром на основі моделі XGBoost та механізмом сценарного перерахунку вартості з SHAP-інтерпретацією результатів. У четвертому розділі проведено порівняльний аналіз моделей машинного навчання (Linear Regression, Random Forest, XGBoost) на даних публічних закупівель системи Prozorro та виконано модульне й інтеграційне тестування розробленої системи. Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше запропоновано концепцію інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень щодо відбудови на основі гібридної архітектури, яка поєднує монолітний веб-застосунок та відокремлений ML-мікросервіс і забезпечує наскрізний цикл підтримки прийняття рішень в умовах неповноти та невизначеності вхідних даних. Вперше розроблено цифровий двійник пошкодженого об'єкта, що поєднує цифровий профіль з прогностичним шаром на основі моделі XGBoost та механізмом сценарного (what-if) перерахунку вартості з SHAP-інтерпретацією результатів. Набув подальшого розвитку підхід до підтримки прийняття рішень щодо відбудови за рахунок формалізації багатокритеріальної задачі вибору альтернативи відновлення в умовах невизначеності з урахуванням належності об'єкта до культурної спадщини. Набув подальшого розвитку підхід до прогнозування вартості відновлення за рахунок формалізації регресійної задачі із застосуванням комбінованого кодування категоріальних ознак: one-hot для номінальних змінних та фазифікації з трикутними функціями належності для порядкових. Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці діючої веб-системи, призначеної для використання органами місцевого самоврядування та іншими користувачами, що беруть участь у плануванні відбудови. Система забезпечує реєстрацію пошкоджених об'єктів із фотофактами, візуалізацію руйнувань на інтерактивній карті, багатовимірний OLAP-аналіз, автоматичне формування орієнтовної вартості відновлення через ML-мікросервіс та порівняння альтернативних сценаріїв відбудови. Це дозволяє скоротити час попередньої оцінки вартості, виявляти потенційно завищені суми у заявках на ранніх етапах та підвищити обґрунтованість розподілу обмежених фінансових ресурсів.

2. The dissertation research is devoted to the development of an intelligent information-analytical system that addresses the scientific and practical problem of decision support for the restoration of damaged objects under uncertainty. Solving this problem involves bridging the gap between the stages of damage recording, restoration cost estimation, and decision-making regarding the choice of restoration alternative, which arises due to the fragmentation of existing tools and the incompleteness of input data. The object of the research is the processes of damage recording and restoration cost estimation for damaged objects. The subject of the research is the information-analytical system for decision support regarding the restoration of damaged objects. The aim of the research is to develop an intelligent web-based information-analytical system that includes modules for analytics, cost estimation, forecasting, and cultural heritage memory preservation. Chapter 1 analyzes the relevance of the problem of damage recording and reconstruction under conditions of armed aggression. A review of existing decision support information-analytical systems is conducted, along with approaches to building digital twins and machine learning methods for restoration cost forecasting. The necessity of creating a comprehensive system integrating the functions of recording, analytics, forecasting, and scenario modeling is substantiated. Chapter 2 develops the concept of the IAS based on a hybrid architecture combining a monolithic web application with a separate ML microservice. The decision-making task regarding the restoration of a damaged object is formalized

as a selection problem from a set of alternatives under uncertainty, taking into account the object's cultural heritage status. The restoration cost forecasting task is formalized as a regression machine learning problem using combined encoding of categorical features. Chapter 3 describes the implementation of the IAS, covering modules for recording damaged objects, an interactive map, an OLAP analytics subsystem, and a virtual tours module for preserving the memory of cultural heritage objects. A digital twin of a damaged object is developed, combining a digital profile with a predictive layer based on the XGBoost model and a scenario cost recalculation mechanism with SHAP interpretation of results. Chapter 4 presents a comparative analysis of machine learning models (Linear Regression, Random Forest, XGBoost) using public procurement data from the Prozorro system. Unit and integration testing of the developed system is performed. The scientific novelty of the obtained results lies in the fact that for the first time the concept of an information-analytical decision support system for restoration based on a hybrid architecture is proposed, which combines a monolithic web application with a separate ML microservice and ensures an end-to-end decision support cycle under conditions of incomplete and uncertain input data. For the first time, a digital twin of a damaged object has been developed, combining a digital profile with a predictive layer based on the XGBoost model and a scenario (what-if) cost recalculation mechanism with SHAP interpretation of results. The approach to decision support for restoration has been further developed through the formalization of the multi-criteria task of selecting a restoration alternative under uncertainty, taking into account the object's cultural heritage status. The approach to forecasting the restoration cost has been further developed through the formalization of this task as a regression machine learning problem using combined encoding of categorical features: one-hot encoding for nominal variables and fuzzification with triangular membership functions for ordinal variables. The practical significance of the obtained results lies in the development of a functioning web system intended for use by local self-government authorities and other users involved in restoration planning. The system provides registration of damaged objects with photographic evidence, visualization of destruction on an interactive map, multidimensional OLAP analysis, automatic generation of an approximate restoration cost via an ML microservice, and comparison of alternative restoration scenarios. This enables reducing the time for preliminary cost estimation, identifying potentially inflated amounts in applications at early stages, and improving the substantiation of limited financial resource allocation.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Інформаційні та комунікаційні технології

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

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

**Публікації:**

- Bilyi V. V., Bakurova A. V., Tereschenko E. V., Didenko A. V. Analytics Module for the System for Recording Destruction Due to Russian Aggression. European Association of Geoscientists & Engineers: 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Kyiv, 7–10 November 2023. 2023. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2023520232. ISSN 2214-4609.
- Бакурова А. В., Білий В. В. Розробка інформаційно-аналітичної системи для фіксації руйнувань внаслідок російської агресії. Комунальне господарство міст. 2025. Т. 3, Вип. 191. С. 2–10. DOI: 10.33042/2522-1809-2025-3-191-2-10.
- Bakurova A., Bilyi V. Development of an approach for predicting the cost of damaged infrastructure recovery with microservice implementation. Technology Audit and Production Reserves. 2025. Vol. 5, No. 2(85). P. 33–39. DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339773. ISSN 2664-9969.
- Бакурова А. В., Білий В. В. Сценарний розрахунок вартості відбудови пошкодженого об'єкта інфраструктури: підхід на основі цифрового двійника. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2026. № 363(2). С. 324–334. DOI: 10.31891/2307-5732-2026-363-45.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** програмні продукти, програмно-технологічна документація; аналітичні матеріали

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища; забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U113264

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Бакурова Анна Володимирівна

2. Anna V. Bakurova

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доктор економічних наук, професор, 08.00.11

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6986-3769

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, 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. Новожилова Марина Володимирівна

2. Maryna V. Novozhylova

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., професор, 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-9977-7375

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071151

**Місцезнаходження:** вул. Чорноглазівська, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Хом'як Тетяна Валеріївна

2. Tetiana Khomiak

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.02.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6177-2827

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070743

**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кудерметов Равіль Камілович

2. Ravil K. Kudermetov

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.13.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6766-8780

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ширококоряд Дмитро Вікторович

2. Dmytro Shyrokorad

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.04.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2784-4081

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## **VIII. Заключні відомості**

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

Павленко Дмитро Вікторович

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

Павленко Дмитро Вікторович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Білий Віталій Вікторович

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна