

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002554

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-07-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Молодець Богдан Володимирович

2. Bohdan V. Molodets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7802-389X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту: 29-08-2024

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

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):** ДФ 08.051.108 ID 6564 Молодець Б.В.

**Повне найменування юридичної особи:** Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Код за ЄДРПОУ:** 02066747

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, 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:** Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Код за ЄДРПОУ:** 02066747

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 20.54.07, 20.54.09, 20.57.01

**Тема дисертації:**

1. Розроблення технологій та програмного забезпечення оперативного моніторингу якості повітря
2. Development of technologies and software for operational air quality monitoring

**Реферат:**

1. Молодець Б.В. Розробка технологій та програмного забезпечення оперативного моніторингу якості повітря. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення – Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, 2024. Сучасне суспільство стикається з низкою серйозних екологічних викликів, з якими пов'язані термінові завдання збереження екосистем та охорони здоров'я людей. Один із найактуальніших аспектів цих завдань — це проблема забруднення повітря, яке є серйозною загрозою громадському здоров'ю та стану навколишнього середовища. У зв'язку з цим, розробка та вдосконалення інформаційних систем моніторингу якості повітря набуває особливого значення. Метою даної дисертації є дослідження, розробка та впровадження інформаційної системи моніторингу якості повітря з метою

підвищення ефективності та точності збору та аналізу даних. Дослідження спрямоване на вдосконалення існуючих методів моніторингу та розробку нових технологічних рішень для забезпечення більш точного вимірювання показників якості повітря. У першому розділі проведено всебічний аналіз існуючих технологій, систем та наукових праць пов'язаних з розробка технологій та програмного забезпечення оперативного моніторингу якості повітря. В результаті огляду існуючого програмного забезпечення формується перелік недоліків, які мають зникнути. У результаті формуються вимоги до інформаційної системи. Другий розділ присвячено аналізу моделей оцінки якості повітря, опис їх переваг та недоліків, описується метод покращення роботи моделей оцінок та дані, які будуть використані в процесі моделювання. У результаті аналізу було обрано використовувати модель CALPUFF у поєднанні з методом IDW. Це дозволяє враховувати просторову залежність концентрацій забруднюючих речовин, особливо в областях з обмеженим або відсутнім моніторингом, та підвищити якість оцінки. У третьому розділі описуються технології та архітектурні рішення, які використовує інформаційна система. Порівнюються протоколи обміну даних, архітектури мережевих протоколів, архітектури програмного забезпечення та провайдери хмарних послуг. Розглядається менеджер контейнерів Docker та протокол авторизації OAuth 2.0. Описується обране рішення у вигляді сервісно-орієнтовної архітектури та REST (Representational State Transfer) архітектурою мережевих протоколів. Четвертий розділ присвячено можливостям практичного застосування розробленої системи. В ньому наведено стек технологій на якому написана система. Описується схеми взаємодії компонентів системи між собою та користувача з системою у вигляді UML-діаграм. Наведені показник відмови, тривалість запиту під час стрес-тестування системи. Вказаний відсоток користувачів, які потенційно зможуть завітати до розробленої системи. Наведені схеми роботи моделей та результати їх роботи. Висновки підводять підсумки проведеної роботи, виокремлюють основні наукові та практичні здобутки автора у розробці інформаційної системи моніторингу якості повітря. Робота має значний потенціал для подальшого дослідження та розширення у сферах, де важлива автоматизація збору та обробки даних, побудови оцінки про стан якості повітря. Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному: п була вдосконалена модель оцінки якості повітря шляхом об'єднання: точкової оцінки стану повітря, отриманих зі станцій наземного моніторингу; кількісну оцінку стану повітря (об'єм викидів забрудників) по області використовуючи супутникові дані; якісну оцінку у вигляді інтерполяційної мапи індексу якості повітря побудованим по даним з наземних станцій; доуточнення стану повітря в окремо виділених регіонах за допомогою моделі CALPUFF, що надає комплексну оцінку якості повітря в обраному регіоні; п вперше була запропонована архітектура системи для агрегації та оперативної апробації даних наземних станцій та супутникових знімків, що надало можливість автоматизувати процес збору та серіалізації даних для оцінки якості повітря; п вперше була розроблена інформаційна система, що в реальному часі агрегує дані з станцій наземного моніторингу, метеорологічних даних та даних дистанційного зондування землі, що пришвидшує процес аналізу стану якості повітря. Практичне значення одержаних результатів полягає у наступних аспектах: п використовуючи інформаційну систему моніторингу якості повітря громадяни, державні органи та організації зможуть отримувати інформацію про якість повітря та про джерела його забруднення; п візуалізовані інформаційною системою дані про якість повітря слугують інструментом для прийняття рішень; п інформаційна система слугує сховищем для даних, для подальшого покращення роботи моделей оцінки якості повітря.

2. Molodets B.V. development of technologies and software for operational air quality monitoring. – Qualifying scientific work as a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 121 Software Engineering – Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, 2024. Modern society is facing a number of serious environmental challenges, which are associated with urgent tasks of preserving ecosystems and protecting human health. One of the most pressing aspects of these challenges is the problem of air pollution, which is a serious threat to public health and the environment. In this regard, the development and improvement of air quality monitoring information systems is of particular importance. The purpose of this work is to investigate, develop, and implement an information system for air quality monitoring in which to improve the efficiency and accuracy of data collection and analysis. The aim of the research is to improve existing monitoring methods and

develop new technological solutions to provide more accurate measurement of air quality indicators. The first section provides a comprehensive analysis of existing technologies, systems, and research studies related to the development of technologies and software for operational air quality monitoring. As a result of the review of existing software, a list of issues that need to be resolved is formed. As a result, the requirements for the information system are formed. The second section is devoted to the analysis of air quality assessment models, describing their advantages and disadvantages, describing the method of improving the performance of assessment models and the data which will be used in the modeling process. As a result of the analysis, it is chosen to use the CALPUFF model in combination with the IDW method. That allows to consider the spatial dependence of pollutant concentrations, especially in areas with limited or no monitoring, and to improve the quality of the assessment. The third section describes the technologies and architectural solutions used by the information system. Data exchange protocols, network protocol architectures, software architectures, and cloud service providers are compared. The Docker container manager and the OAuth 2.0 authorization protocol are considered. The chosen solution is described as a service-oriented architecture and REST (Representational State Transfer) network protocol architecture. The fourth section is about the practical application of the developed system. It describes the technology stack on which the system is written. It explains the schemes of interaction of the system components with each other and the user with the system by using UML diagrams. The failure rate and request duration during stress testing of the system are given. The percentage of users who will be able to access the developed system is indicated. The schemes of the models and the results of their work are presented. The summary highlights the results of the work that has been carried out, marking out the main scientific and practical achievements of the author in the development of an air quality monitoring information system. The work has substantial potential for further research and expansion in areas where automation of data collection and processing is important, as well as for building an assessment of air quality. The scientific novelty of the results obtained is as follows: □ the air quality assessment model is improved by combining: a spot assessment of the air condition obtained from ground monitoring stations; a quantitative assessment of the air condition (pollutant emissions) for the region using satellite data; a qualitative assessment in the form of an interpolation map of the air quality index based on data from ground stations; and a refinement of the air condition in selected regions using the CALPUFF model, which provides a comprehensive assessment of air quality in the chosen region; □ for the first time, a system architecture is proposed for aggregation and operational testing of data from ground stations and satellite images, which makes it possible to automate the process of collecting and serializing data for air quality assessment; □ for the first time, an information system was developed that aggregates data from ground monitoring stations, meteorological data, and remote sensing data in real time, which speeds up the process of analyzing air quality. The practical significance of the results obtained lies in the following aspects: □ using the air quality monitoring information system, citizens, government agencies, and organizations will be able to receive information on air quality and sources of air pollution; □ the air quality data visualized by the information system serves as a decision-making tool; □ the information system serves as a data repository to further improve the performance of air quality assessment models.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0119U101056 0122U001465

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

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

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

**Публікації:**

- 1. Molodets, B., Hnatushenko Volodymyr, Boldyriev D., Bulana, T. Information System of Air Quality Assessment Using Data Interpolation from Ground Stations. CEUR Workshop Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop (MoML&T&DS 2023), Lviv 2023. Vol. 3426. P. 233–245. Режим

доступу до ресурсу: <https://ceur-ws.org/Vol-3426/>.

- 2. Molodets, B., Hnatushenko Volodymyr, Boldyriev D. , Bulana T. Information System of Air Quality Assessment Based of Ground Stations and Meteorological Data Monitoring. CEUR Workshop Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS 2023). 2023.Vol. 3373, P. 206–216. Режим доступу до ресурсу: <https://ceur-ws.org/Vol-3373/>.
- 3. Молодець Б.В, Тарасов В.П., Булана Т.М., Байбуз О.Г. Аналіз існуючих технологій моніторингу повітря. Регіональний міжвузівський збірник «Системні Технології», м. Дніпро, 2021, Випуск 3(134). С. 67–78. doi: <https://www.doi.org/10.34185/1562-9945-3-134-2021-08>. Режим доступу до ресурсу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/748>.
- 4. Молодець Б.В, Байбуз О.Г. Використання методу обернено зважених відстаней з моделлю CALPUFF для інтерполяції концентрацій забруднюючих речовин у повітрі. Збірник наукових праць «Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій», м. Дніпро, 2024, С. 156–163. doi: <https://www.doi.org/10.15421/432315>. Режим доступу до ресурсу: <https://actualproblems.dp.ua/index.php/APAIT/article/view/240>.
- 5. Молодець Б.В, Булана Т.М. Аналіз існуючих архітектур для розробки системи оцінки якості повітря. Регіональний міжвузівський збірник «Системні Технології», м. Дніпро, 2024, Випуск 3(152). С. 128–139 doi: <https://www.doi.org/10.34185/1562-9945-3-152-2024-13>. Режим доступу до ресурсу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1702>
- 5. Молодець Б.В, Булана Т.М. Аналіз існуючих архітектур для розробки системи оцінки якості повітря. Регіональний міжвузівський збірник «Системні Технології», м. Дніпро, 2024, Випуск 3(152). С. 128–139 doi: <https://www.doi.org/10.34185/1562-9945-3-152-2024-13>. Режим доступу до ресурсу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1702>
- 6. Молодець Б.В. Створення системи агрегування даних за допомогою Celery. VII Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем». м. Дніпро, 2022. С.48-49. Режим доступу до ресурсу: <http://meics.dnure.dp.ua/files/MEICS-2022.pdf>
- 7. Молодець Б.В., Болдирев Д.О., Децик В.О., Булана Т.М., Грабовець Д.М. Розробка модульного навчального додатку з використання гнучкої архітектури docker контейнерів. Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні, м. Дніпро, 2022. С. 298–300 doi: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2022.01.059> Режим доступу до ресурсу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/itmm/article/view/1175>
- 8. Молодець Б.В, Болдирев Д.О, Булана Т.М. Аналітичне рішення задач перенесення забруднень у двовимірному просторі. Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2021), м. Дніпро, 2021. С. 21-22. Режим доступу до ресурсу: <http://meics.dnure.dp.ua/files/MEICS-2021.pdf>
- 9. Болдирев Д.О., Молодець Б.В., Булана Т.М. Розробка програмного додатку для вирішення задач перенесення забруднень у двовимірному просторі. XIX міжнародна науково-практична конференція Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (МПЗІС-2021), м. Дніпро, 2021. С. 21-22. Режим доступу до ресурсу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2021/12/mpzis-2021.pdf>

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

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення якості оперативного моніторингу якості повітря

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0119U101056 0122U001465

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

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Байбуз Олег Григорович
2. Oleg Baybuz

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.22.20

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7489-6952

**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56437623300>;  
<https://publons.com/researcher/2008321/oleg-h-baybuz/>

**Повне найменування юридичної особи:** Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Код за ЄДРПОУ:** 02066747

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, 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. Сергеева Катерина Леонідівна
2. Kateryna L. Sergieieva

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.13.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7345-2209

**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55999106800>;  
<http://www.researcherid.com/rid/C-5263-2019>;  
[https://scholar.google.com/citations?hl=ru&user=pG2lhJEAAA&sortby=pubdate&view\\_op=list\\_works&gmla=AJsN-F50bJsKc4SqeGlz5w9YllysNK7czmnMBygFwlXsC6gvGzPNLHcoL9AIJ3JykbGW2QKt\\_77MGNicTXMLKj2xZ\\_Ze50twoVAhrmU7zQX8HNE35uRsemw54QFJvlCnyeCClOTegu4M](https://scholar.google.com/citations?hl=ru&user=pG2lhJEAAA&sortby=pubdate&view_op=list_works&gmla=AJsN-F50bJsKc4SqeGlz5w9YllysNK7czmnMBygFwlXsC6gvGzPNLHcoL9AIJ3JykbGW2QKt_77MGNicTXMLKj2xZ_Ze50twoVAhrmU7zQX8HNE35uRsemw54QFJvlCnyeCClOTegu4M)

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070743

**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Рак Тарас Євгенович
2. Taras Y. Rak

**Кваліфікація:** д. т. н., доц., 05.13.06**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0744-2883**Додаткова інформація:** [https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189380158;](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189380158)  
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=LNcrIWEAAAAAJ&hl=uk>**Повне найменування юридичної особи:** ПЗВО "ІТ СТЕП Університет"**Код за ЄДРПОУ:** 40570842**Місцезнаходження:** вул. Замарстинівська, 83а, Львів, 79000, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сидорова Марина Геннадіївна
2. Maryna Sydorova

**Кваліфікація:** к.т.н., доцент, 05.13.06**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7795-0459**Додаткова інформація:** [https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55226376100;](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55226376100)  
<https://publons.com/researcher/2015066/marina-sidorova/>**Повне найменування юридичної особи:** Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара**Код за ЄДРПОУ:** 02066747**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Спирінцева Ольга Володимирівна
2. Olga V. Spiritseva

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.01.01**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5050-5985**Додаткова інформація:**

