

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Соколовського Владислава Володимировича  
на тему «Алгоритмічне та програмне забезпечення регіональної системи  
моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю  
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

### **Актуальність теми дисертації.**

Дисертаційна робота Соколовського В.В. присвячене вирішенню актуальної науково-практичній задачі – підвищенню надійності функціонування та рівня безпеки потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) шляхом розроблення та вдосконалення архітектури, алгоритмічного та програмного забезпечення регіональних систем моніторингу. В умовах зростання техногенних загроз, особливо у воєнний час, та враховуючи високу концентрацію ПНО в урбанізованих районах України, розроблення ефективних систем моніторингу, здатних не лише фіксувати, а й прогнозувати можливість виникнення надзвичайних ситуацій (НС), є критично важливим завданням для забезпечення безпеки населення та захисту інфраструктури. Здобувач слушно зазначає недостатню ефективність наявних систем, їх фрагментарність та відсутність інтегрованого підходу на державному рівні. Тому це дисертаційна робота є актуальною.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи полягає в наступному:

**Уперше розроблено** архітектуру як ядро системи моніторингу стану ПНО, що інтегрує технології Інтернету речей (IoT), забезпечує завадостійку передачу даних, прогнозування змін параметрів та моделювання процесів на об'єкті. Це дозволяє підвищити надійність експлуатації та рівень безпеки ПНО.

**Уперше розроблено** архітектуру, алгоритмічне та програмне забезпечення для давачів у складі завадостійкої регіональної системи моніторингу на базі IoT, що забезпечує цілісність даних при побайтовій передачі інформаційних блоків шляхом перемішування бітів за модифікованою схемою кодування.

**Уперше розроблено** метод виявлення та виправлення багатобітових помилок передачі інформації на основі кодів Хеммінга, модифікованої схеми кодування та процедур перемішування бітів, що підвищує завадостійкість систем моніторингу.

**Удосконалено теоретичні засади** розроблення програмного забезпечення аналітичних предиктивних підсистем, що дозволяють реалізувати функції прогнозування на об'єктовому рівні та моделювання стану ПНО на місцевому і регіональному рівнях для раннього виявлення можливості НС.

**Уперше розроблено** алгоритмічне та програмне забезпечення ітераційного методу розрахунку фільтрації води крізь напірні земляні гідроспоруди з використанням двовірних математичних моделей, що спрощує програмування аналітичних підсистем та прийняття управлінських рішень.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР «Теоретичні та практичні аспекти технології Internet of Everything» (№ 0123U104930) під керівництвом завідувача кафедри інформатики та програмної інженерії, професора, д.т.н., Жарікова Едуарда В'ячеславовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання щодо підвищення ефективності та надійності регіональних систем моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів шляхом розроблення відповідної архітектури, алгоритмічного та програмного забезпечення виконано повністю. Здобувач продемонстрував глибоке розуміння предметної галузі та повною мірою оволодів методологією наукової діяльності, що підтверджується якістю представлених матеріалів, обґрунтованістю висновків та практичною цінністю отриманих результатів.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

Дисертаційна робота здобувача Соколовського В.В. за своїм змістом повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інженерія програмного забезпечення.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інженерії програмного забезпечення.

Результати перевірки дисертаційної роботи Соколовського Владислава Володимировича на текстові співпадіння, які наведені у звіт подібності, дозволяють зробити висновок, що дисертаційна робота Соколовського Владислава Володимировича містить результати самостійних досліджень здобувача і не містить таких елементів як: фальсифікація, компіляція, фабрикація, плагіат та запозичення. Використані в дисертації ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

**Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.



Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 316 сторінок.

**У вступі** обґрунтована актуальність теми дисертації, чітко сформульовано мету та послідовно визначено задачі, необхідні для її досягнення. Детально охарактеризовано об'єкт, предмет та обрані методи дослідження, що включають як емпіричні, так і теоретичні підходи. Особливу увагу приділено висвітленню наукової новизни отриманих результатів, де кожен пункт конкретизує внесок автора у розвиток теорії та практики інженерії програмного забезпечення в контексті систем моніторингу ПНО, а також переконливо продемонстровано практичне значення роботи, підкріплене відомостями про впровадження.

**У першому розділі** дисертації викладено результати глибокого та системного аналізу предметної галузі. Здобувачем детально розглянуто сучасний стан та проблематику функціонування систем моніторингу ПНО, проаналізовано чинну нормативно-правову базу, що регламентує вимоги до таких систем, а також критично оцінено наявні науково-технічні підходи до їх проєктування та реалізації. На основі цього комплексного аналізу виявлено ключові недоліки існуючих рішень та обґрунтовано науково-технічну задачу дослідження, що полягає у розробленні ефективної архітектури, алгоритмічного та програмного забезпечення для регіональних систем моніторингу ПНО з розширеними функціональними можливостями.

**У другому розділі** запропоновано інноваційну архітектуру регіональної системи моніторингу стану ПНО, яка базується на використанні технологій Інтернету речей (IoT), зокрема трирівневої ієрархічної структури (об'єктовий, місцевий, регіональний рівні) з використанням мікрохмарної архітектури та технології LoRaWAN для збору даних. Ключовим елементом розділу є розроблення методологічних засад створення алгоритмічного забезпечення для всіх рівнів цієї системи. Особливу увагу приділено проблемі забезпечення надійності передачі даних в умовах індустриальних заводів. З цією метою розроблено оригінальний метод, алгоритми та програмне забезпечення для виявлення і виправлення багатобітових помилок на основі модифікованих кодів Хеммінга (12,8) із застосуванням процедур перемішування бітів. Детально описано програмну реалізацію цього методу мовою Rust, включаючи структуру класів Matrix2D та HammingCodec, а також представлено результати всебічного тестування, що підтверджують високу ефективність запропонованого підходу (виправлення до 8 помилок у байті та зменшення загальної кількості помилок передавання на 38%).

**У третьому розділі** основну увагу зосереджено на розробленні алгоритмічного та програмного забезпечення для аналітичної предиктивної підсистеми, що є ядром запропонованої системи моніторингу. Обґрунтовано необхідність інтеграції функцій прогнозування та діагностичного моделювання.

Для короткострокового прогнозування змін параметрів джерел небезпеки запропоновано та реалізовано алгоритми, що базуються на методах екстраполяції часових рядів, зокрема лінійної регресії та степеневій поліноміальній апроксимації методом найменших квадратів, з оцінкою їх точності для різних умов. Важливою складовою розділу є розробка математичного та алгоритмічного забезпечення для моделювання стану земляних напірних гідроспоруд, зокрема фільтраційних процесів, на основі методу сіток та чисельного розв'язання рівняння Лапласа. Наведено приклади програмної реалізації розроблених алгоритмів (мовою Rust з використанням бібліотеки egui для візуалізації) та результати їх верифікації на конкретних задачах, що демонструють їх практичну придатність.

**У четвертому розділі** дисертаційного дослідження проведено комплексний експертний аналіз та порівняльну оцінку трьох альтернативних варіантів архітектурних та програмно-алгоритмічних рішень для регіональної системи моніторингу стану ПНО. З використанням методу аналізу ієрархій та на основі розробленої методики експертного оцінювання, що включає визначення критеріїв якості (безпека, достовірність, надійність, ефективність, зручність використання, вартість реалізації), їх ранжування та обчислення вагових коефіцієнтів, обґрунтовано вибір найбільш раціонального варіанту. Результати експертизи підтвердили переваги запропонованої в дисертації комплексної системи, що інтегрує IoT-технології, завадостійку передачу даних, прогнозування та діагностичне моделювання.

**У висновках** наведено основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи. Ці результати підтверджують досягнення обраної мети роботи та розв'язання всіх завдань. Також висновки містять рекомендації щодо використання розроблених методик, запропонованих архітектурних рішень, а також алгоритмічного та програмного забезпечення для регіональних систем моніторингу стану ПНО.

Можна стверджувати, що дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Аналіз тексту та результатів, наведених у звіті подібності свідчать про дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності. Використані джерела належним чином процитовані. Оформлення дисертаційної роботи відповідає вимогам наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у 7 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 4 статті у



періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 3 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports;

Результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Такий перелік публікацій демонструє відповідність наукового рівня дослідження сучасним вимогам, а також визнання отриманих результатів фаховою спільнотою. Аналіз тексту дисертації та змісту зазначених публікацій не виявив жодних порушень принципів академічної доброчесності; усі запозичення належним чином оформлені, що підтверджує самостійність та оригінальність наукових розробок здобувача.

Особистий внесок здобувача у наукові праці, опубліковані у співавторстві та зараховані за темою дисертації, детально та конкретно розкрито у вступній частині дисертаційного дослідження. Наведений опис чітко засвідчує провідну роль Соколовського В.В. у постановці та розв'язанні ключових наукових завдань, що стосуються розроблення архітектури регіональних систем моніторингу на основі IoT, створення методів завадостійкого кодування для підвищення надійності передачі даних, розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення для предиктивної аналітики та діагностичного моделювання стану потенційно небезпечних об'єктів, а також формування методики експертного оцінювання запропонованих рішень.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У тексті дисертаційного дослідження зустрічаються окремі стилістичні неточності, які, проте, не впливають на загальне розуміння змісту.
2. Візуалізація деяких графічних матеріалів, зокрема окремих блок-схем алгоритмів могла б бути більш деталізованою для кращого сприйняття логіки процесів без необхідності глибокого вивчення супровідного коду.
3. У розділі 4, при описі критеріїв якості системи моніторингу, хоча й наведено посилання на стандарт ISO 9126, можна було б коротко розшифрувати атрибути кожної з шести основних характеристик якості безпосередньо в тексті для зручності читача, який може не бути глибоко обізнаним з цим стандартом.
4. У списку використаних джерел деякі посилання оформлені з незначними відхиленнями від вимог ДСТУ.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Соколовського Владислава Володимировича на тему «Алгоритмічне та програмне забезпечення регіональної системи моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Соколовський Владислав Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

### **Рецензент:**

Професор кафедри  
інформаційних систем та технологій,  
Національного технічного  
університету України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»,  
доктор технічних наук,

професор



Богдан ЖУРАКОВСЬКИЙ



« 06 » 06 20 25 року

