

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Дубовика Віталія Валентиновича на тему
«Розроблення програмного комплексу навчання роботехнічних систем
ліквідації наслідків техногенного походження», представлену на здобуття
ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного
забезпечення

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Дубовика В.В. присвячена актуальній проблемі розроблення програмного комплексу для навчання роботехнічних систем, призначених для ліквідації наслідків техногенних аварій. У сучасних умовах, коли техногенні та воєнні загрози стають дедалі поширенішими, використання роботехнічних систем для мінімізації ризиків для людини та підвищення ефективності аварійно-рятувальних операцій набуває критичного значення.

Актуальність дослідження підкреслюється також сучасними викликами, такими як руйнування критичної інфраструктури, мінування територій та наявність нерозірваних боєприпасів, які вимагають застосування автономних роботехнічних систем для розвідки, моніторингу та ліквідації наслідків. У цих умовах розробка програмного комплексу, який поєднує симуляційне моделювання, машинне навчання та механізми прийняття рішень, стає не лише науково значущою, а й практично необхідною для підвищення безпеки та ефективності операцій.

Дисертаційна робота виконана у відповідності з індивідуальним планом підготовки аспіранта кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Дослідження здійснювалося в рамках науково-дослідних робіт № ФПМ-2-22 «Розроблення програмного забезпечення аналізу та кластеризації часових рядів» (2022–2024 рр., номер держреєстрації 0122U001465); № 58 – ФПМ-2-25 «Розроблення інформаційної технології

обробки статистичних даних» (2025–2027 рр., номер держреєстрації 0125U002280).

Сформульовано наступні завдання дослідження:

- провести класифікацію роботехнічних систем, що застосовуються для ліквідації наслідків техногенного походження;
- виконати порівняльний аналіз підходів до автоматизації процесу навчання роботехнічних систем різної конструкції;
- сформулювати технічну задачу для розробки програмного комплексу;
- спроектувати та розробити архітектуру програмного комплексу;
- провести аналіз існуючих інструментів та сформувати набір технологій для розробки;
- розробити та протестувати програмний комплекс.

Наукова новизна отриманих автором результатів. У дисертаційній роботі вирішено актуальну наукову проблему, що полягає у розробці комплексної системи навчання роботехнічних систем для ліквідації наслідків техногенного походження. Основні наукові результати полягають у наступному:

1. Вперше розроблено концептуальну та програмну модель комплексної системи навчання роботехнічних систем, яка інтегрує засоби імітаційного моделювання аварійних сценаріїв, механізми обробки сенсорної інформації, алгоритми автономної навігації та прийняття рішень в єдиному програмному середовищі.

2. Вперше запропоновано архітектурний підхід до побудови програмного комплексу, заснований на модульному принципі організації компонентів, який підтримує масштабування, інтеграцію різнорідних алгоритмів керування та забезпечує адаптацію до різних типів роботехнічних платформ.

3. Удосконалено метод організації процесу симуляційного навчання роботехнічних систем шляхом формалізації навчальних сценаріїв

надзвичайних ситуацій із варіативністю параметрів середовища, що підвищує стійкість алгоритмів керування до змін зовнішніх умов.

4. Удосконалено підхід до інтеграції алгоритмів машинного навчання та класичних методів керування у програмному середовищі, що забезпечує поєднання адаптивності, керованості та підвищеної надійності функціонування в аварійних сценаріях.

5. Набули подальшого розвитку методи програмної підготовки роботехнічних систем до роботи в умовах техногенних аварій завдяки розширенню функціональності симуляційного середовища та впровадженню механізмів оцінювання ефективності навчання на основі системи кількісних показників.

6. Набули подальшого розвитку підходи до проєктування програмних комплексів спеціалізованого призначення для задач цивільного захисту та аварійно-рятувальних операцій шляхом адаптації принципів інженерії програмного забезпечення до специфіки роботехнічних систем з підвищеними вимогами до надійності та безпеки.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений програмний комплекс може бути безпосередньо використаний для підготовки та тестування роботехнічних платформ, призначених для роботи в умовах надзвичайних ситуацій. Практична цінність роботи полягає в наступному:

1. Програмний комплекс забезпечує можливість моделювання сценаріїв техногенних аварій, воєнних руйнувань та інших кризових ситуацій у контрольованому симуляційному середовищі, що дозволяє здійснювати навчання роботів без ризику пошкодження обладнання та без загрози для персоналу.

2. Використання комплексу дозволяє суттєво скоротити витрати на натурні експериментальні випробування, зменшити часові витрати на розробку та налагодження алгоритмів керування, а також підвищити ефективність підготовки роботехнічних систем до реальних умов експлуатації.

3. Запропонована архітектура програмного забезпечення забезпечує масштабованість та можливість інтеграції з різними типами роботехнічних платформ (мобільними наземними, повітряними та маніпуляційними системами), що розширює сферу практичного застосування результатів дослідження.

4. Реалізовані механізми формування навчальних сценаріїв та оцінювання ефективності навчання дозволяють використовувати програмний комплекс як інструмент підтримки прийняття технічних рішень при проєктуванні та модернізації роботехнічних систем спеціального призначення.

5. Результати дослідження можуть бути використані у діяльності аварійно-рятувальних служб, підрозділів цивільного захисту, підприємств критичної інфраструктури, а також організацій, що здійснюють роботи з ліквідації наслідків техногенних аварій та відновлення пошкоджених об'єктів.

6. Матеріали дисертаційної роботи можуть бути використані у навчальному процесі закладів вищої освіти при підготовці фахівців за спеціальностями, пов'язаними з інженерією програмного забезпечення, роботехнікою, штучним інтелектом та системами автоматизованого керування.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні та відповідає вимогам досліджень третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти. Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням добре апробованих моделей та методів; коректністю математичних і технічних постановок задач; застосуванням теоретично обґрунтованих методів та алгоритмів; узгодженістю між собою числових та експериментальних результатів; несуперечністю отриманих результатів опублікованим результатам інших авторів.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною науковою працею, у якій висвітлені власні ідеї та розробки автора. Основні наукові результати, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто.

У роботах, опублікованих у співавторстві, Дубовику В.В. належать:

- участь у програмній реалізації алгоритмів моделювання та аналізі результатів;
- проектування архітектурних рішень та розробка програмних модулів;
- постановка чисельних та експериментальних досліджень, а також аналіз, інтерпретація й узагальнення отриманих результатів.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на наукових семінарах «Актуальні питання оптимізації та дискретної математики» при Науковій раді НАН України з проблеми «Кібернетика» (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара), II Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної науки: історія, теорія, практика» (2026 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології сучасного суспільства» (2026 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тенденції соціально-гуманітарного розвитку суспільства» (2026 р.).

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 8 наукових працях, з яких 5 статей у фахових наукових виданнях України категорії Б, 3 тез доповідей у збірниках матеріалів міжнародних науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел (70 найменувань). Загальний обсяг дисертації – 166 сторінок, обсяг основного тексту – 148 сторінок, що відповідає вимогам, встановленим освітньо-науковою програмою «Інженерія програмного забезпечення» спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

У вступі обґрунтовано актуальність розроблення програмного комплексу навчання роботехнічних систем для ліквідації наслідків техногенного походження, сформульовано мету, наукові задачі, об'єкт і предмет дослідження, а також визначено наукову новизну та практичне значення роботи.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан і перспективи розвитку робототехнічних систем, які застосовуються в умовах надзвичайних і техногенних ситуацій. Розглянуто архітектури та програмні платформи робототехнічних систем, методи навігації, локалізації, машинного навчання, навчання з підкріпленням та безпечного керування. На основі проведеного аналізу сформульовано наукову задачу дослідження.

Другий розділ присвячено проєктуванню архітектури програмного комплексу навчання робототехнічних систем. У розділі визначено вимоги до програмного комплексу, обґрунтовано використання імітаційного моделювання та цифрового двійника як основи навчального процесу, описано взаємодію основних програмних модулів та запропоновано гібридний архітектурний підхід.

У третьому розділі розроблено моделі та методи навчання робототехнічних систем. Наведено формалізацію процесу навчання, модель навчального циклу, підходи до використання методів машинного навчання та навчання з підкріпленням у програмному комплексі, а також програмний модуль комп'ютерного зору для візуальної ідентифікації та локалізації об'єктів. Розглянуто способи оцінювання ефективності навчання робототехнічних систем.

Четвертий розділ присвячено застосуванню програмного комплексу для моделювання, прогнозування та аналізу кризових процесів, пов'язаних із наслідками техногенного походження. У ньому розглянуто автоматизовану систему збору та аналізу інформації про виявлені повітряні об'єкти як компонент ситуаційної обізнаності, а також систему аналізу та прийняття рішень щодо оперативних заходів протидії поширенню інфекційних захворювань як приклад моделювання складних динамічних процесів у цифровому середовищі.

У висновках узагальнено основні результати дисертаційного дослідження, показано їх відповідність поставленим меті та науковим задачам,

сформульовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів та окреслено напрями подальшого розвитку теми.

Дискусійні питання і зауваження

1. В роботі відсутній перелік скорочень, що ускладнює сприйняття тексту та рисунків.

2. У роботі значна увага приділена архітектурним рішенням та методам навчання роботехнічних систем, однак було б доречним детальніше розкрити механізми інтеграції цифрового двійника з реальними роботехнічними платформами. Також не до кінця зрозуміло, як здійснюється синхронізація даних між віртуальною та фізичною моделями роботи.

3. В розділі 2 рисунки 2.4 та 2.10, 2.8 та 2.9 дублюються без пояснень, які б зробили це повторне використання зрозумілим. Бажано було б виділити частини рисунків, на яких акцентується увага, та додати посилання на них із відповідними поясненнями.

4. Розділ 3 виглядає як план викладання розділу. Незрозуміло, які метрики використовуються для оцінки результатів в різних сценаріях, а також методика проведення аналізу. Також незрозуміло, що з цього плану реалізовано в роботі.

5. В розділі 4 зустрічаються неточності, наприклад, формула (4.1) зустрічається два рази на стор. 113 та 130.

Зазначені зауваження не знижують загальний рівень поданої дисертаційної роботи, не ставлять під сумнів наукову новизну та практичну цінність результатів дослідження, особливо з огляду на апробацію та успішне використання розроблено комплексу в умовах реальних бойових дій.

Загальні висновки. Вважаю, що здобувач Дубовик Віталій Валентинович в результаті виконання дисертаційної роботи повністю оволодів методологією наукової діяльності, отримав вагомі наукові результати. Дисертація Дубовика Віталія Валентиновича на тему «Розроблення програмного комплексу навчання роботехнічних систем ліквідації наслідків техногенного походження» є оригінальною закінченою науковою працею,

виконаною на сучасному науковому рівні. Робота відповідає всім вимогам 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 (зі змінами), а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент

доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення та
інформаційних технологій
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара,
кандидат технічних наук, доцент



Світлана АНТОНЕНКО

Підпис канд. техн. наук, доцента Антоненко С.В. засвідчую

Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара,
кандидат біологічних наук, професор



Олег МАРЕНКОВ