ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
професор кафедри інформаційних та комп'ютерних систем
Національного університету «Чернігівська політехніка»
Казимира Володимира Вікторовича
на дисертаційну роботу Москаленка В'ячеслава Васильовича
«Методологічні основи та інформаційні технології створення резильєнтних систем інтелектуального аналізу даних»
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження

Сучасні системи інтелектуального аналізу даних дедалі частіше входять до складу інформаційно-керуючих, кіберфізичних, транспортних, медичних, безпекових та виробничих комплексів, де від них вимагається не лише висока функціональна ефективність у штатних умовах, а й здатність зберігати працездатність та відновлювати якість функціонування за впливу збурень. Особливо важливим це є для систем військового призначення, які в складних ситуаціх протидії противника повинні оперативно відновлювати свою працездатність. Тому, безперечно, актуальною є науково-прикладна проблема із створення резильєнтних систем інтелектуального аналізу даних (СІАД), що функціонують в умовах впливу різнотипних збурюючих чинників та ресурсних обмежень, яка вирішується в дисертаційній роботі.

Визначальним з точки зору актуальності є також те, що дане дисертаційне дослідження відповідає пріоритетним напрямам розвитку науки і техніки на період до припинення або скасування воєнного стану в Україні, введеного Указом Президента України "Про введення воєнного стану в Україні" від 24 лютого 2022 року № 64/2022, а саме: національна безпека і оборона, інформаційні та комунікаційні технології.

Актуальність роботи додатково підтверджується її зв'язком з низкою науково-дослідних робіт, присвячених гарантоздатності інтелектуальних систем, резильєнтності систем штучного інтелекту, бортовим СІАД безпілотних літальних апаратів та інтелектуальному аналізу сенсорних даних.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Теоретичні й практичні здобутки, отримані автором під час проведення дослідження, ґрунтуються на системному аналізі предметної області, математичному моделюванні, теорії ймовірностей та математичній статистиці, сучасних методах оптимізації, машинного навчання та штучних нейронних, а також на результатах обчислювальних експериментів. Достовірність отриманих результатів забезпечується коректною постановкою задач дослідження, коректним використанням математичного апарату, позитивними результатами практичного застосування розроблених моделей, методів та інформаційних технологій,

несуперечливістю відомим положенням та результатам досліджень. Висунуті наукові положення пройшли апробацію на чисельних міжнародних та галузевих науково-технічних конференціях. Зроблені висновки та надані рекомендації знайшли своє втілення в програмних реалізаціях та впровадженні під час виконання науково-дослідних проєктів та у навчальний процес Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» і Сумського державного університету, у галузевих підприємствах, зокрема в ТОВ «Jet Bee System», ТОВ «СМАРТ МАШІНЕРІ СОЛЮШНС», ТОВ «Конструкторське бюро "Північна Слобожанщина"» під час модернізації безпілотних систем, та в ТОВ «Molfar.AI», ТОВ «РОЗУМНІ ТЕХНОЛОГІЇ "ТИТУЛ"» під час розроблення та модернізації систем моніторингу інфраструктурних об'єктів та місцевості.

Наукова новизна отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у такому:

а) вперше розроблено:

1) методологію (концепцію, принципи і структуру) створення резильєнтних систем інтелектуального аналізу даних (СІАД), яка, на відміну від відомих, базується на розвитку концепції ресурсообмежених резильєнтних систем, що функціонують в агресивному кіберфізичному середовищі, та принципах всебічного врахування синергетичності впливу збурюючих чинників, мета-оптимізації резильєнтності та зміни реконфігураційних надбудов, що надає можливість обґрунтувати загальну структуру та вибір засобів забезпечення резильєнтності на різних етапах створення СІАД;

2) метод оцінювання резильєнтності СІАД, який, на відміну від відомих, ґрунтується на обчисленні інтегрального показника резильєнтності на траєкторіях адаптації до збурень за умови заданого ресурсного забезпечення, та його статистичному узагальненні за серією стохастично сформованих випробувань, що надає змогу обґрунтувати вибір архітектурних рішень та значень параметрів резильєнтних систем;

3) метод мета-оптимізації резильєнтності СІАД, який, на відміну від існуючих, використовує інтегральний показник резильєнтності як мета-ціль та реалізує мета-навчання за результатами (траєкторіями) адаптації в умовах збурюючих впливів різної природи, що забезпечує узгоджене налаштування механізмів толерування впливів і динаміки адаптації з урахуванням ресурсних обмежень;

4) метод багатоетапного навчання СІАД з керованою структурною реконфігурацією для узгодження вимог резильєнтності та обчислювальної ефективності, який, на відміну від відомих, включає етапи навчання модулів СІАД з реконфігураційними надбудовами в незбуреному режимі та мета-навчання в режимі збурення різнотипними впливами і регламентує етап адаптації релевантних модулів на нових даних, що дозволяє сформувати здатність до адаптивного перерозподілу обчислювальних ресурсів під час парирування атак та збоїв;

б) удосконалено:

1) модель операцій машинного навчання (MLOps) СІАД завдяки введенню операцій постфактум мета-оптимізації резильєнтності і постфактум калібрування невизначеності та адаптації під час тестування, які слугують основою для реалізації етапів підготовки та поглинання збурень, швидкого відновлення та/або керованої.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці інформаційної технології оцінювання та формування сценаріїв збурень, проведення контрольованих випробувань та статистичного узагальнення, а також інформаційної технології забезпечення резильєнтності в умовах ресурсообмежені СІАД.

Повнота викладення результатів дослідження в наукових публікаціях за темою дисертації. Основні результати дисертаційної роботи відображено у 27 наукових публікаціях. Серед них статті у виданнях, що індексуються у Scopus та Web of Science, у тому числі публікації у виданнях першого і другого квартилів, розділи у зарубіжних монографіях, одноосібна монографія, матеріали міжнародних конференцій і свідоцтва про реєстрацію авторського права на комп'ютерні програми. Тематика публікацій охоплює основні складові дисертації: резильєнтність СІАД, мета-навчання, реконфігуровані нейромережі, MLOps, стійкість до змагальних атак і несправностей, а також прикладні системи аналізу даних.

Дисертаційна робота виконана здобувачем самостійно. У роботах, які виконані у співавторстві, використано результати, особисто отримані здобувачем.

Відсутність (наявність) академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. В тексті дисертаційної роботи та публікаціях автора відсутні порушення академічної доброчесності.

Дисертація оформлена згідно існуючих вимог, а автореферат відповідає змісту дисертації

Зауваження та дискусійні питання стосовно положень дисертації.

Даючи загальну позитивну оцінку науковим положенням, результатам, рекомендаціям, наведеним у дисертаційній роботі, та рівню їх обґрунтування, слід відзначити наступні зауваження та дискусійні питання:

1. Мета дослідження полягає у підвищенні резильєнтності СІАД при тому, що тема дисертації присвячена саме створенню резильєнтних СІАД, в чому проглядається деяка алогічність: покращувати певну властивість об'єкта, якої ще треба домогтися.

2. Використаний у роботі термін «функціональної ефективності» не відповідає ДСТУ ISO/IEC 25010, де закріплено поняття «Функціональна придатність - Functional Suitability», а слово «ефективність» використовується як «Ефективність роботи» або «Ефективність виконання».

3. У п. 2.1.1. зазначається , що методологія, яка розробляться, на відміну від відомих підходів, базується на розвитку концепції ресурсообмежених резильєнтних систем. Причому вказується, що вона розширюється трьома взаємопов'язаними принципами. Там же зазначено, що частина елементів концепції резильєнтності

СІАД успадковує ідеї ресурсообмежених резильєнтних систем, а інша частина - конкретизує специфіку СІАД. Виходячи з цього рівень новизни 1-го наукового результату скоріше відповідає визначенню не «вперше», а «набуло подальшого розвитку».

4. Наведена на рис. 1.3 Схема методології адаптивної ін'єкції несправностей і помилок у цифровий пристрій, на якому розгорнуто AI-модель, за своєю структурою не має зворотного зв'язку, як це наголошується у посиланні на рис. 1.3 (стор. 51).

5. Оскільки у тексті дисертації часто згадуються зміни конфігураційних надбудов, в роботі явно бракує загальної схеми архітектури СІАД, що досліджується, в тому числі і для окреслення обмежень щодо її структури.

6. При тому, що у 5-му-роділі наведені відомості про покращення інтегрального показника резильєнтності при використанні мета-оптимізації, в тому числі і у поєднанні з динамічним стисненням обчислень та при використанні еволюційної стратегії, загального значення покращення даного показника при комплексному використанні розроблених інформаційних технологій забезпечення резильєнтності СІАД не наведено, включаючи загальні висновки.

7. У роботі СІАД визначено як система, призначена для оброблення, аналізу та прийняття рішень на основі великих масивів інформації з використанням методів штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання. Оскільки автор у дослідженні зосередився тільки на нейромережних моделях СІАД, поза розглядом залишились питання поширення отриманих результатів на інші методи штучного інтелекту, які можуть бути використані при створенні резильєнтних СІАД.

8. В роботі присутні невизначені поняття, наприклад: «єдиний алгоритмічний підхід», «принцип всебічного врахування», «активна частина обчислювального графа», «цифрова система розгортання СІАД», та зустрічаються повтори тексту на стор. 55 та 56.

9. Щодо оформлення, то в анотації не надана інформація про організацію, де виконувалась робота. Натомість, у вступі автор самостійно оцінює «Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій», в той час, як це не регламентується вимогами до оформлення дисертацій і є прерогативою опонентів.

Вказані зауваження суттєво не зменшують загальну позитивну оцінку роботи. Автор досяг поставленої мети із підвищення резильєнтності систем інтелектуального аналізу даних, що функціонують в умовах впливу різнотипних збурюючих чинників та обчислювальних, часових й інших ресурсних обмежень, шляхом розроблення методологічних основ їх створення, моделей, методів та інформаційних технологій оцінювання й забезпечення вимог до резильєнтності протягом життєвого циклу цих систем..

Висновки. Дисертаційна робота Москаленка В. В. «Методологічні основи та інформаційні технології створення резильєнтних систем інтелектуального аналізу даних» є завершеною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно,

відповідає пп. 2, 10, 14 паспорту спеціальності 05.13.06 – Інформаційні технології, та вимогам пп. 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197 (зі змінами), а її автор, Москаленко В'ячеслав Васильович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології.

Опонент:
професор кафедри інформаційних та комп'ютерних систем
Національного університету «Чернігівська політехніка»,
Заслужений діяч науки і техніки України,
Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,
Лауреат Державної премії України в галузі освіти,
доктор технічних наук, професор

Володимир КАЗИМИР

Підпис Казимира В.В. завіряю.
Вчений секретар НУ «Чернігівська політехніка»
к.е.н., доцент Олександр Сидоренко

