

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»
доктору технічних наук, професору
Фесенку Герману Вікторовичу

ВІДГУК

офіційного опонента *доктора технічних наук, професора*
Заславського Володимира Анатолійовича
на дисертаційну роботу

Леонтієва Костянтина Петровича

на тему «Методи і засоби оцінювання функційної безпечності інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах з урахуванням критичності припущень і помилок аналізу»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
у галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми дисертації.

Впровадження програмовних платформ (FPGA, PLC тощо) в інформаційно-керуючі системи атомних електростанцій та інших критичних об'єктів супроводжується суттєвим ускладненням архітектури таких систем і розширенням множини потенційних дефектів – від фізичних відмов напівпровідникових структур до систематичних помилок проєктування та конфігурації. Водночас чинні стандарти функційної безпечності (IEC 61508, IEC 61513, IEEE 7-4.3.2) встановлюють жорсткі вимоги до оцінювання, проте традиційні методи FMECA/FMEDA та FIT мають обмеження щодо врахування множинних дефектів, багаторівневої природи відмов та залежності результатів від експертних припущень. Як слушно зазначено в дисертації, існує суперечність між зростаючими вимогами до технологій оцінювання та обмеженістю існуючих ХМЕСА-підходів щодо аналізу множинних відмов, врахування помилок експертів і диверсності. Тема роботи, спрямована на підвищення повноти та достовірності оцінювання функційної безпечності ІКС на програмовних платформах шляхом урахування критичності припущень і помилок аналізу, є безперечно актуальною і має важливе наукове та прикладне значення.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в такому:

– уперше розроблено метод оцінювання функційної безпечності двохверсійних інформаційно-керуючих систем на програмових платформах (MVSD-FMEA), який, на відміну від відомих, передбачає формування профілів відносних і абсолютних дефектів, використання регресійних процедур ін'єктування множинних дефектів з урахуванням їхнього самомаскування і блокування, що дозволяє підвищити достовірність оцінки ризиків відмов за загальною причиною;

– удосконалено моделі й показники для оцінювання функційної безпечності ІКС на програмових платформах на основі табличного методу FMEDA/FMEDA шляхом визначення та зменшення кількості критичних припущень і обмежень, а також детермінованого представлення й перебору причин відмов і рівнів небезпеки, що забезпечує збільшення повноти оцінки;

– удосконалено метод експертного оцінювання функційної безпечності ІКС на програмовій логіці при використанні процедур FMEDA/FMEDA шляхом зменшення кількості операцій із залученням експертів та впровадження спеціальних сценаріїв узгодження експертних оцінок (консервативного, оптимістичного, зваженого) у вигляді вербальної, нечіткої і кількісної інформації, що підвищує достовірність оцінки.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректним використанням апробованого математичного апарату (теорії множин, теорії ймовірностей, теорії графів, методів системного аналізу, нечіткого оцінювання), узгодженістю теоретичних положень із результатами експериментальних досліджень, а також позитивними результатами впровадження розроблених методик у практику створення та сертифікації ІКС для атомних електростанцій (НВП «Радій», ТОВ «НВП «Радікс»). Обґрунтованість наукових результатів підтверджується також апробацією на 10 міжнародних конференціях та публікацією 19 наукових праць, з яких 5 статей у виданнях, індексованих у Scopus та Web of Science.

Отже, у дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Леонтієва К. П. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія та напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми Національного аерокосмічного університету «ХАІ».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача в розвиток наукового напрямку оцінювання функційної безпечності критичних інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах. Робота має чітку логічну структуру, складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та трьох додатків. Кожен розділ завершується обґрунтованими висновками, що забезпечує цілісність дослідження.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Леонтієва Костянтина Петровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал викладено послідовно, логічно й аргументовано. Стиль викладення відповідає вимогам наукових праць з комп'ютерної інженерії: використано загальноприйняту термінологію в галузі функційної безпечності, надійності та кібербезпеки; математичні викладки наведено коректно й з необхідним рівнем деталізації; таблиці та рисунки добре ілюструють основні положення роботи.

Структура роботи

Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 208 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз нормативних вимог, методів і засобів оцінювання функційної безпечності ІКС на програмовних платформах, виявлено основні обмеження існуючих підходів (обмеженість аналізу одиничними дефектами, відокремлений розгляд рівнів системи, недостатнє врахування кібербезпеки та людського фактора) та сформульовано загальну й часткові задачі дослідження.

У другому розділі розроблено базову таблично-множинну модель FMESCA/FMEDA для одноверсійних ІКС на програмових платформах, формалізовано множину припущень, що використовуються під час аналізу, запропоновано підхід до визначення критичних припущень на основі їхнього

впливу на результати оцінювання, та вдосконалено модель FMECA/FMEDA шляхом формування розширеного представлення EFMECA, у якому забезпечується трасування залежностей між припущеннями, елементами FMECA та результуючою оцінкою безпечності.

У третьому розділі розроблено метод експертного оцінювання FMECA/FMEDA-FIT, який включає формалізацію експертних операцій, визначення сценаріїв узгодження експертних оцінок (консервативного, оптимістичного та зваженого) з урахуванням різної кваліфікації експертів, а також процедуру оцінювання критичності припущень і помилок аналізу з використанням тривірневої шкали Н/М/Л.

У четвертому розділі сформовано багаторівневу модель дефектів програмно-апаратних компонентів багатоверсійних ІКС (фізичний, проєктно-логічний, архітектурно-платформний та системно-мережевий рівні), розроблено модель дефектів і вразливостей багатоверсійності, запропоновано метод MVSD-FMEA для аналізу видів і наслідків відмов багатоверсійних ІКС, який інтегрує багаторівневу модель дефектів, модель вразливостей, механізми трансформації дефектів та особливості багатоверсійної архітектури, і виконано практичне впровадження результатів досліджень у діяльності НВП «Радій», ТОВ «НВП «Радікс» та в навчальному процесі ХАІ.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлено в 19 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 5 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 2 статті у виданнях, віднесених до першого–третього квартилів (Q1–Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports. Також результати дисертації були апробовані на 10 міжнародних наукових конференціях, зокрема NPIC&HMIT, ICONE, DESSERT, DepCoS-RELCOMEX.

Науковий рівень публікацій здобувача є високим – вони опубліковані у провідних міжнародних виданнях та збірниках конференцій, що свідчить про визнання науковою спільнотою. У публікаціях дотримано принципів академічної доброчесності, належним чином оформлено посилання на використані джерела.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Попри високий загальний рівень роботи, слід зазначити окремі недоліки та дискусійні моменти:

1. У розділі 2, присвяченому вдосконаленню моделей FMECA/FMEDA, запропоновано показники повноти оцінювання, однак не наведено кількісних оцінок ефективності їх застосування для конкретних типових конфігурацій ІКС. Було б доцільно проілюструвати чутливість цих показників до зміни окремих параметрів моделі.

2. У методі експертного оцінювання (розділ 3) запроваджено три сценарії узгодження оцінок, проте критерії вибору конкретного сценарію для різних типів ІКС або різних етапів життєвого циклу залишаються недостатньо формалізованими.

3. При розробленні методу MVSD-FMEA (розділ 4) не повною мірою висвітлено питання складності його практичного застосування для систем із великою кількістю версій (більше двох) та питання масштабування запропонованого підходу.

4. У роботі виконано якісний аналіз ефекту від застосування MVSD-FMEA порівняно з традиційним FMEA, однак кількісна оцінка підвищення повноти та достовірності (25–30 %) наведена лише в загальному вигляді без детального обґрунтування методики її отримання.

5. У списку використаних джерел переважають роботи останніх років, що є позитивним, однак бракує посилань на окремі фундаментальні праці з теорії надійності багатоверсійних систем, зокрема роботи П. Попова та Л. Стрігіні, які безпосередньо стосуються теми дослідження, а також не представлено робіт опонента з питань виявлення дефектів в АЕС з використанням методів неруйнівного контролю та аналізу критичності елементів складних систем.

6. В дисертаційній роботі використовуються різноманітні математичні формули з різноманітними показниками та умовами їх використання. Необхідно чітко пояснювати параметри формул наприклад на стор. 89 при розрахунку загальної кількості відмов множина G не визначена.

7. В дисертації на деяких сторінках є пусті місця, наприклад стор. 40, та стор. 95., багато великих відступів та пропусків на сторінках між рядками тексту, назвами параграфів, в тексті роботи присутні стилістичні помилки та неточності. Посилання в розділі 3 на формули (4.1), (4.2) розділу 4 доцільно пояснити або представити вказані множити. Також розділі 3 в його кінці представлено список літературних джерел, а в розділі немає на них посилань,

також інформації про список літератури в розділі 3 в змісті дисертаційної роботи немає.

8. В розділі 2 доцільно вказати посилання на рис. 2.3, 2.4. 2.5а також в розділі 3 посилання на рис 3.4, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9. В тексті дисертації багато разів повторюються слова (рисунок, таблиця) які доцільно писати скорочено рис., табл., все вище сказане приведе до скорочення кількості сторінок дисертаційної роботи та зручності її читати.

Вважаю, що висловлені зауваження не є концептуальними, не зменшують загальної наукової новизни та практичної значимості результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Леонтієва Костянтина Петровича на тему «Методи і засоби оцінювання функційної безпечності інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах з урахуванням критичності припущень і помилок аналізу» 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, зокрема для підвищення функційної безпечності критичних інформаційно-керуючих систем. 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 Леонтієв Костянтин Петрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп’ютерна інженерія.

Офіційний опонент:

професор кафедри математичної
інформатики факультету комп’ютерних наук
та кібернетики Київського національного
університету імені Тараса Шевченка,
доктор технічних наук, професор

Володимир ЗАСЛАВСЬКИЙ