

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента Манжоса Юрія Семеновича
на дисертаційну роботу *Леонтієва Костянтина Петровича* на тему
«Методи і засоби оцінювання функційної безпечності інформаційно-
керуючих систем на програмованих 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. Стрімке впровадження програмованих логічних платформ (FPGA, PLC тощо) в інформаційно-керуючі системи (ІКС) атомних електростанцій та інших критичних об'єктів висуває підвищені вимоги до методів оцінювання їх функційної безпечності. Водночас традиційні підходи, зокрема FMECA/FMEDA, значною мірою спираються на експертні припущення, не забезпечують належного врахування множинних дефектів, міжрівневої взаємодії та помилок аналізу, що може призводити до неповних або недостовірних висновків щодо безпеки. Дисертація Леонтієва К.П. спрямована на розв'язання цієї суперечності шляхом розроблення вдосконалених моделей, методів і засобів оцінювання, що враховують критичність припущень і знижують вплив експертних помилок. Тема роботи є безперечно актуальною як для наукової спільноти, так і для практики створення та сертифікації ІКС у ядерній енергетиці та інших безпеково-критичних галузях.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Удосконалено моделі та показники для оцінювання функційної безпечності ІКС на програмованих платформах на основі табличного методу FMECA/FMEDA. Відмінність полягає у введенні формалізованої множини критичних припущень, їх аналізі та зменшенні кількості таких припущень під час формування таблиць, а також у детермінованому переборі причин відмов і рівнів небезпеки, що дозволяє підвищити повноту оцінювання.

2. Удосконалено метод експертного оцінювання функційної безпечності з використанням процедур FMECA/FMEDA, який, на відміну від існуючих, передбачає зменшення кількості операцій із залученням експертів та впровадження сценаріїв узгодження вербальних, нечітких і кількісних оцінок. Це забезпечує підвищення достовірності підсумкової оцінки.

3. Вперше розроблено метод оцінювання функційної безпечності двохверсійних ІКС на програмованих платформах, який ґрунтується на комбінованому аналізі дефектів версій, формуванні профілів відносних і абсолютних дефектів, а також використанні регресійних процедур

ін'єктування множинних дефектів з урахуванням їх саомаскування та блокування. Це дозволяє скоротити час і підвищити достовірність оцінки ризиків відмов за загальною причиною.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректним використанням математичного апарату (теорія множин, теорія ймовірностей, нечітка логіка, методи експертних оцінок), узгодженістю теоретичних положень з експериментальними даними, отриманими під час тестування з ін'єктуванням дефектів, а також позитивними результатами впровадження на підприємствах галузі. Наукові дослідження виконані здобувачем на кафедрі кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «ХАІ» в рамках держбюджетних та госпдоговірних НДР, зокрема пов'язаних із модернізацією ІКС АЕС, під керівництвом члена-кореспондента НАН України, д.т.н., проф. Харченка В.С.

Отже, у дисертаційній роботі поставлене наукове завдання – підвищення повноти та достовірності оцінювання функційної безпечності одно- та багатoversійних ІКС на програмованих платформах з урахуванням критичності припущень і помилок аналізу – виконано повністю, здобувач достатньою мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності. За своїм змістом дисертаційна робота Леонтієва К.П. повністю відповідає стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія та напрямкам досліджень, визначеним освітньо-науковою програмою підготовки докторів філософії в ХАІ. Робота є завершеною науковою працею, яка свідчить про особистий внесок здобувача в розвиток теорії та практики аналізу функційної безпечності критичних систем. Автор особисто сформулював мету та задачі, розробив моделі, методи та алгоритми, провів експериментальні дослідження, узагальнив результати та забезпечив їх впровадження.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Леонтієва К.П. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату чи недобросовісних запозичень. Усі використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають коректні посилання на відповідні джерела, що підтверджує дотримання принципів академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів. Дисертаційна робота написана українською мовою, виклад матеріалу є послідовним і логічним. Стиль викладення науковий, чіткий, термінологія відповідає загальноприйнятим стандартам у галузі комп'ютерної інженерії та функційної безпечності. Автор

вдало поєднує теоретичні викладки з практичними прикладами, що полегшує сприйняття результатів. Рисунки та таблиці інформативні, добре ілюструють основні положення.

Структура роботи. Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (90 найменувань) та трьох додатків. Загальний обсяг роботи – 208 сторінок.

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

У першому розділі проведено ґрунтовний аналіз нормативних вимог, існуючих методів (FMESA, FMEDA, FIT) та інструментальних засобів, виявлено їх обмеження, зокрема щодо врахування експертних припущень і множинних відмов. Сформовано профіль вимог до ІКС на програмованих платформах.

У другому розділі розроблено базову таблично-множинну модель FMESA/FMEDA, визначено множину припущень і запропоновано підхід до їх критичності (AMECA). Удосконалено модель шляхом введення розширеного представлення EFMECA, яке забезпечує простежуваність залежностей між припущеннями та оцінкою безпеки. Визначено показники повноти оцінювання.

У третьому розділі формалізовано задачу експертного оцінювання, розроблено сценарії узгодження індивідуальних оцінок (консервативний, оптимістичний, зважений), запропоновано процедури врахування різної кваліфікації експертів та оцінювання критичності припущень і помилок. Представлено алгоритмічну реалізацію.

У четвертому розділі створено багаторівневу модель дефектів (L1–L4) і модель вразливостей багатoversійних ІКС, розроблено метод MVSD-FMEA, який інтегрує дефекти, вразливості, трансформації та ефекти багатoversійності. Наведено результати кількісного оцінювання показників (PFH, PFDavg, SFF, DC) та практичного впровадження на підприємствах.

Висновки підсумовують основні результати, відповідають поставленим завданням і підкреслюють наукову та практичну цінність роботи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України № 40 від 12.01.2017.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи. Наукові результати дисертації висвітлені у 19 публікаціях, серед яких: 7 статей у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у Scopus; 10 тез доповідей на міжнародних конференціях (DESSERT, DepCoS-RELCOMEX, ICONE,

NPIC&HMIT тощо). Особливо слід відзначити публікації в журналах "Mathematics" (Q1) та "Computer Systems and Information Technologies", а також колективну монографію у видавництві IGI Global. Здобувач є співавтором усіх публікацій, і його особистий внесок полягає в розробленні процедур експертного оцінювання, удосконаленні методів FMECA/FMEDA, аналізі критичності припущень і помилок. В усіх публікаціях дотримано принципів академічної доброчесності, результати інших авторів належно цитуються.

Таким чином, наукові результати дисертаційної роботи повністю та своєчасно оприлюднені, що відповідає вимогам до робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

Зауваження до дисертаційної роботи. До дисертації можна висловити такі зауваження:

1. У другому розділі формалізація показників повноти оцінювання (зокрема, формули для L_F) є досить громіздкою і не завжди супроводжується чітким поясненням фізичного змісту деяких коефіцієнтів. Бажано було б навести більше прикладів їх розрахунку.

2. У розділі 3 при описі сценаріїв узгодження експертних оцінок не наведено чітких рекомендацій щодо вибору конкретного сценарію залежно від типу системи або стадії її життєвого циклу. Втім, це можна вважати перспективою подальших досліджень.

3. У четвертому розділі метод MVSD-FMEA представлено досить детально, проте порівняльний аналіз із традиційним FMEA на конкретному прикладі ІКС АЕС був би корисним для наочної демонстрації переваг запропонованого підходу.

4. Деякі рисунки (наприклад, 1.1, 1.2, 2.1) містять дрібний текст, що ускладнює їх сприйняття. Рекомендується в майбутніх роботах використовувати більш контрастне оформлення.

Зазначені зауваження не є принциповими, не знижують наукової цінності роботи та не впливають на загальний позитивний висновок.

Висновки. Вважаю, що дисертаційна робота 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 і практичних результатів якого розв'язує важливе наукове завдання – підвищення повноти та достовірності оцінювання функційної безпечності критичних ІКС на програмованих платформах, що має істотне значення для галузі знань

«Інформаційні технології» та спеціальності «Комп'ютерна інженерія». Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю та обсягом опублікованих результатів повністю відповідає вимогам п.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.

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення
Національного аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»

31 серпня 2026 р.

МАНЖОС Юрій Семенович