

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Леонтієва Костянтина Петровича на тему «Методи і засоби оцінювання функційної безпечності інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах з урахуванням критичності припущень і помилок аналізу», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

На засіданні кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій за участі:

Харченка Вячеслава Сергійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Бабешка Євгена Васильовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Дужого В'ячеслава Ігоровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Дужої Вікторії Вікторівни, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Желтухіна Олександра Васильовича, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Ілляшенка Олега Олександровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Карпенка Артема Сергійовича, ст. викладача, PhD, кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Куланова Віталія Олександровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Морозової Ольги Ігорівни, д.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Орехова Олександра Олександровича, к.т.н., доцента, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Пєвнева Вячеслава Яковлевича, д.т.н., доцента, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Піскачова Олександра Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Тецького Артема Григоровича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Узуна Дмитра Дмитровича, к.т.н., доцента, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Фесенка Германа Вікторовича, д.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Фурманова Клайда Константиновича, к.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;

Холодної Зої Борисівни, ст. викладача кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Шостака Анатолія Васильовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Брежнєва Євгена Віталійовича, д.т.н., професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Клюшнікова Ігоря Миколайовича, д.т.н., доцента, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Землянка Георгія Андрійовича, PhD, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Вдовіченка Олександра Олександровича, PhD, доцента кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій «ХАІ»;
Корнієнка Дмитра Михайловича, Пономаренка Павла Геннадійовича, Остапенка Леоніда Юрійовича, Міщука Вадима Вікторовича, Юдіна Олеся Вікторовича, Семенця Олександра Юрійовича, Демури Руслана Івановича, Діденка Івана Ігоровича, Середюка Артема Олександровича – аспірантів кафедри,
а також запрошених: з кафедри інженерії програмного забезпечення ХАІ – кандидата технічних наук, доцента Манжоса Юрія Семеновича; з кафедри математичної інформатики факультету комп'ютерних наук Київського національного університету імені Тараса Шевченка – доктора технічних наук, професора Заславського Володимира Анатолійовича,

відбулася публічна презентація дисертаційної роботи *Леонтієва Костянтина Петровича* на тему **«Методи і засоби оцінювання функційної безпечності інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах з урахуванням критичності припущень і помилок аналізу»**.

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи ухвалено такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

1. Актуальність теми дослідження

Стрімкий розвиток цифрових технологій та широке впровадження програмовних платформ (FPGA, SoC, PLC) в інформаційно-керуючі системи (ІКС) критичного призначення, зокрема атомних електростанцій, зумовлюють необхідність удосконалення методів оцінювання їх функційної безпечності. Існуючі методи аналізу видів і наслідків відмов (FMESA/FMEDA) значною мірою залежать від експертних припущень і не забезпечують належного врахування множинних дефектів, помилок аналізу та особливостей багатоверсійних архітектур. Крім того, зростаючі вимоги нормативних документів, необхідність врахування інформаційної безпеки та ліцензування платформ вимагають розроблення нових моделей і методів, які підвищують повноту та достовірність оцінювання. Тому тема дисертації, спрямована на розроблення методів і засобів оцінювання функційної безпечності ІКС на програмовних платформах з урахуванням критичності

припущень і помилок аналізу, є актуальним науково-прикладним завданням, що має важливе значення для підвищення безпеки критичних систем.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційну роботу виконано в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» відповідно до державних програм та планів НДР, зокрема, програм і замовлень з розроблення та постачання платформних рішень для інформаційно-керуючих систем енергоблоків Запорізької, Рівненської, Хмельницької та Південноукраїнської атомних електростанцій України, зокрема в системах аварійного захисту та суміжних системах, реалізованих на програмовних платформах ПАТ «НВП «Радій».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. **Удосконалено** моделі та показники для оцінювання функційної безпечності інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах з використанням табличного методу FMEDA шляхом визначення та зменшення кількості критичних припущень і обмежень при формуванні й заповненні таблиць, а також детермінованого представлення та перебору причин відмов і рівнів небезпеки внаслідок різних дефектів, що дозволяє збільшити повноту оцінки.

2. **Удосконалено** метод експертного оцінювання функційної безпечності інформаційно-керуючих систем на програмовній логіці при використанні процедур FMEDA шляхом зменшення кількості операцій із залученням експертів та впровадження спеціальних сценаріїв узгодження експертних оцінок у вигляді вербальної, нечіткої та кількісної інформації, що дозволяє підвищити достовірність оцінки.

3. **Вперше розроблено** метод оцінювання функційної безпечності двохверсійних інформаційно-керуючих систем на програмовних платформах з використанням комбінованих процедур аналізу дефектів версій, який відрізняється від відомих тим, що при аналізі видів та наслідків відмов формуються профілі відносних і абсолютних дефектів, а також використовуються регресійні процедури ін'єктування множинних дефектів з урахуванням їхнього самомаскування і блокування системи, що дозволяє зменшити час і підвищити достовірність оцінки ризиків відмов за загальною причиною.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Теоретичне значення результатів полягає в розробленні формалізованих таблично-множинних моделей FMEDA, що враховують особливості програмовних платформ, удосконаленні процедур експертного оцінювання з

використанням нечіткої логіки та сценаріїв узгодження, а також створенні методу оцінювання для багатоверсійних систем, що інтегрує аналіз дефектів, вразливостей та механізмів трансформації відмов. Це створює науково-методичну основу для підвищення повноти та достовірності оцінювання функційної безпечності ІКС на програмовних платформах.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх застосування під час верифікації, валідації та сертифікації інформаційно-керуючих систем атомних електростанцій на базі платформ RadICS, Radiy та аналогічних рішень. Розроблені моделі, методи та алгоритми можуть використовуватись для підвищення ефективності процедур FMECA/FMEDA, зменшення впливу суб'єктивних експертних помилок, а також для оцінювання ризиків відмов за загальною причиною в багатоверсійних системах. Результати також впроваджені в навчальний процес при підготовці фахівців з комп'ютерної інженерії.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні результати роботи представлені на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях, зокрема: "Dependable Systems, Services and Technologies" (DESSERT, 2017–2024), "DepCoS-RELCOMEX" (2018, 2021, 2022), "International Conference on Nuclear Engineering" (ICONE, 2017, 2018), "Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human-Machine Interface Technologies" (NPIC&HMIT, 2017, 2019), "Information and Digital Technologies" (IDT, 2017), а також на наукових семінарах кафедри комп'ютерних систем та мереж ХАІ.

Розроблені методи та моделі впроваджено у практичну діяльність НВП «Радій» та ТОВ «НВП «Радікс» при верифікації інформаційно-керуючих систем АЕС. Матеріали дисертації використовуються в навчальному процесі Національного аерокосмічного університету «ХАІ» при підготовці фахівців з комп'ютерної інженерії (акти впровадження додаються).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація К. П. Леонтієва є оригінальною роботою, виконана здобувачем самостійно й доброчесно. Усі наукові результати, наведені в дисертації, отримані автором особисто. Ідеї, постановка задач, розроблення моделей, методів і алгоритмів оцінювання функційної безпечності, а також процедур експертного узгодження реалізовані автором самостійно. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 19 наукових публікацій, у тому числі:

– статті у наукових фахових виданнях України (категорії «А» та «Б»);

- статті у періодичних виданнях, що індексуються у Scopus (зокрема, Mathematics (Q1), Springer Advances in Intelligent Systems and Computing);
- публікації у просидінгах міжнародних конференцій, що індексуються в Scopus (DESSERT, DepCoS-RELCOMEX, IDT, NPIC&HMIT, ICONE);
- розділи у колективних монографіях (IGI Global, Springer).

Основні публікації:

1. Babeshko I., Kharchenko V., Leontiiiev K. Enhancing FMECA(XMECA)-based Safety Assessment Considering Criticality of Assumptions and Analysis Errors. 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122229. (Scopus). Здобувачем розроблено підхід до врахування критичності припущень та проведено експериментальну оцінку.
2. Babeshko I., Kharchenko V., Leontiiiev K. Method for enhancing FMECA (XMECA) safety assessment procedures considering the criticality of assumptions and analysis errors. *Computer Systems and Information Technologies*, 2025, (4), 96–102. <https://doi.org/10.31891/csit-2025-4-10> (фахове видання категорії «Б»). Здобувачем запропоновано метод модифікації FMECA-процедур та проведено його апробацію.
3. Babeshko I., Illiashenko O., Kharchenko V., Leontiiiev K. Towards Trustworthy Safety Assessment by Providing Expert and Tool-Based XMECA Techniques. *Mathematics*. 2022. Vol. 10, No. 13. Article 2297. 25 p. DOI: 10.3390/math10132297. (Scopus, Q1). Здобувачем розроблено процедури експертного оцінювання та інструментальної підтримки XMECA.
4. Leontiiiev K., Babeshko I., Kharchenko V. Assumption Modes and Effect Analysis of XMECA: Expert Based Safety Assessment. *Proceedings of the 11th IEEE International Conference DESSERT'2020*. Kyiv, Ukraine, 2020. P. 90–94. (Scopus). Здобувачем сформульовано основи АМЕСА-аналізу та проведено експертне оцінювання.
5. Babeshko I., Leontiiiev K., Kharchenko V., Brezhniev E. Application of Assumption Modes and Effects Analysis to XMECA. *Theory and Engineering of Dependable Computer Systems and Networks. DepCoS-RELCOMEX 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 1389. Springer, 2021. P. 1–11. (Scopus). Здобувачем розроблено методику застосування АМЕСА та виконано її практичну перевірку.

Усі публікації відображають основні результати дисертації, особистий внесок здобувача є визначальним.

7. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною освітньо-науковою програмою та написання дисертації Леонтієвим Костянтином Петровичем вважаємо успішним. Дисертаційна робота є результатом

самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на високому науковому рівні та відповідає всім установленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, й може бути рекомендована до захисту, а її автор Леонтієв Костянтин Петрович – до присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Отже, вважаємо, 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», представлена на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44). Відтак, вона може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Головуючий на засіданні
к.т.н., професор, заступник завідувача кафедри
кібербезпеки та інтелектуальних
інформаційних технологій
Національного аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»

Клайд ФУРМАНОВ