В І Д Г У К

офіційного опонента по дисертаційній роботі Ілляшенка Олега Олександровича на тему «Методи і засоби забезпечення виконання вимог до кібербезпеки систем на програмовній логіці», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Актуальність проведених досліджень. Сьогодні забезпечення надійності та кібербезпеки інформаційно-керуючих систем (ІКС), що застосовуються для автоматизації управління технологічними процесами в різних критичних галузях, є найважливішою задачею, оскільки ефективність і безаварійність все більшого числа складних технічних об’єктів залежить від їх безпечної роботи. Вона полягає у оцінюванні та забезпеченні необхідного рівня кібербезпеки, визначення факторів, які впливають на його досягнення, а також вдосконаленні методів її підвищення в процесі проектування, експлуатації та модернізації ІКС.

Розробка кейсів кібербезпеки ІКС на ПЛ та всебічна оцінка програмних та апаратних компонентів, є дуже трудомістким процесом. Основними недоліками існуючих кейс-методів є недостатня формалізація, непрозора процедура прийняття рішень щодо відповідності вимогам, велика кількість ручних операцій, відсутність відповідних онтологічних моделей та уніфікованих процедур побудови кейсів, функціональна обмеженість програмного забезпечення процесу оцінювання.

Таким чином, задача розроблення методів кейс-орієнтованого оцінювання і засобів підвищення достовірності оцінювання та забезпечення виконання вимог до кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці **є актуальною.**

Робота виконувалась у відповідності з тематичними планами проведення НДР на кафедри комп’ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» Міністерство освіти і науки України відповідно до державних планів НДР, проектів Європейського Союзу за програмою TEMPUS та проекту міжнародної сьомої рамкової програми з наукових досліджень та технологічного розвитку FP7. Ці роботи відповідають базовим вимогам щодо напрямку розвитку науки і техніки в Україні.

Наукова новизна та теоретична цінність результатів дисертаційної роботи відображена у наступних отриманих результатах, які мають теоретичну цінність:

− запропонований метод кейс-орієнтованого оцінювання кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці, який базується на ви-

користанні множини взаємопов'язаних формальних і напівформальних процедур та аналізі можливих помилок при оцінюванні, дозволяє підвищити рівень запевнення виконання вимог;

− удосконалена онтологічна модель та нотація для оцінювання кібербезпеки систем на програмовній логіці, яка, на відміну від відомих, враховує їх процесно-продуктні вразливості та додаткову декомпозицію вимог, а також вводить алгоритми дій при аналізі виконання вимог, дозволяє підвищити достовірність оцінювання;

− удосконалені показники глибини деталізації та чіткості формування вимог до кібербезпеки шляхом класифікації вимог з урахуванням можливості їх декомпозиції, а також наявності, типу і структури свідоцтв реалізовності, дозволяють оцінити граничні значення методичних похибок при оцінюванні та сформувати рекомендації щодо деталізації вимог;

− модифікований метод забезпечення інформаційної кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці, який, на відміну від відомих, аналізує невідповідності вимог з використанням процедур опису вразливостей і оцінки критичності наслідків втручань, а також визначення множини контрзаходів за критерієм «безпека-вартість», дозволяє зменшити ризики до прийнятного рівня.

Визначені основні наукові результати **є новими**.

Теоретичне значення роботи полягає в подальшому розвитку теорії кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці, а саме – в розробці нової методології підвищення достовірності оцінювання та забезпечення виконання вимог до кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці з використанням кейс-методів і засобів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у доведенні теоретичних положень дисертації до конкретних методів, рекомендацій та їх безпосередньому використанні на підприємствах, що займаються розробкою та впровадженням інформаційно-керуючих систем на програмовній логіці у галузях, критичних до безпеки, а також у вищих закладах під час дослідження кібербезпеки програмовних логічних систем, розробки навчальних курсів та модулів та застосуванні під час спільних досліджень.

Результати теоретичних досліджень дисертаційної роботи використано у: науково-виробничому підприємстві ТОВ НВП «Радікс» під час розроблення і підготовки до сертифікації систем на програмовній логіці на базі платформи RadICS, а також створенні відповідних нормативних документів підприємства із забезпечення кібербезпеки; Науково-технічному спеціальному конструкторському бюро «Полісвіт» Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар» при оцінюванні ризиків та безпеки під час проектуван-

ня систем на програмовній логіці; Талліннському технічному університеті, (Естонія) під час дослідження кібербезпеки програмовних логічних систем; Інституті інформатики та технологій «Алессандро Фаедо» Національної науково-дослідної ради Італії для підвищення компетенцій з використання засобів модельно-орієнтовної розробки для систем, критичних для безпеки залізничного транспорту та Університеті Лідс Бекетт (Великобританія) при застосуванні під час спільних досліджень, при розробці нових навчальних програм у галузі комп'ютерної кібербезпеки та довіри, а також в навчально-виховних ресурсах та студентських проектах.

Результати дисертаційних досліджень також впроваджено в навчальному процесі кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» при проведенні лабораторних, практичних і науково-дослідних робіт студентів та при виконанні міжнародних проектів за програмою TEMPUS – SAFEGUARD і SEREIN та програмою FP7 – KhAI-ERA.

Використання наукових і прикладних результатів досліджень дозволяє підвищити безпеку інформаційно-керуючих систем.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів.

Отримані результати є обґрунтованими та достовірними, це підтверджується значним обсягом здійснених досліджень, поданим фактичним матеріалом та його науковою інтерпретацією, практичним використанням запропонованих розробок та апробацією на наукових конференціях й семінарах.

Основою теоретичного розв’язання поставленої задачі є коректне застосування методів та інструментальних засобів забезпечення виконання вимог до кібербезпеки систем на програмовній логіці.

Достовірність висновків та рекомендацій підкріплена результатами моделювання, а також відповідними публікаціями.

Рекомендації щодо використання результатів. Отримані автором результати доцільно спрямувати на вдосконалення та автоматизацію покращеного кейсу запевнення інформаційної безпеки ASAC для застосування його в процесі аналізу кібербезпеки гетерогенних систем на програмовній логіці у різних доменах, а також на більш детальний розвиток метрик глибини деталізації та чіткості формулювання вимог з урахуванням вагових коефіцієнтів вимог, які дозволяють робити кількісне оцінювання кібербезпеки, та на необхідність більш докладного урахування всіх особливостей систем на програмовній логіці. Це дозволить підвищити кібербезпеку цифрових компонентів та систем на програмовній логіці інформаційно-керуючих систем.

Оцінюючи зміст дисертаційної роботи в цілому, слід відмітити її обґрунтованість та практичну спрямованість, внутрішню єдність матеріалу. У ці-

лому поставлені в розглянутій дисертації завдання вирішено повністю. Здобувачем у дисертації отримані науково обґрунтовані результати, які в сукупності дають нове рішення актуальної науково-прикладної задачі розробки методів кейс-орієнтованого оцінювання і засобів підвищення достовірності оцінювання та забезпечення виконання вимог до кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці.

Дисертаційна робота та автореферат оформлено згідно вимогам до кандидатських дисертацій.

Повнота відкладу результатів роботи в опублікованих працях. Основні результати дисертації з достатньою повнотою відображено в друкованих працях, зокрема: 1 монографія (у співаторстві), 6 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз, 1 стаття у закордонному періодичному фаховому виданні, 1 навчально-методичний посібник, 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму. Результати досліджень також апробовано на 9 міжнародних науково-технічних конференціях, що зафіксовано в опублікованих доповідях (з них 8 внесено до міжнародної науко-метричної бази SCOPUS). Аналіз внеску автора в публікації по питаннях, висвітлених в дисертації, показав, що внесок О.О. Ілляшенка ***є вирішальним***.

Автореферат повною мірою відображає зміст і основні положення дисертаційної роботи.

Недоліки дисертаційної роботи. Разом з тим дисертаційна робота має і ряд недоліків, серед яких необхідно відзначити наступні:

1. Автор формулює наукову задачу як розробку методів кейс-орієнтованого оцінювання і засобів підвищення достовірності оцінювання та забезпечення виконання вимог до кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці. Однак необхідно формулювати не наукову, а науково-прикладну задачу, тому що автор претендує на наукову ступень кандидата технічних наук.

2. В цілому розділ 1 перевантажено поданням широко відомою інформацією, яка представлена в багатьох виданнях. Її треба було б перенести до Додатків.

3. Не зрозуміло, навіщо протидіяти атакам, які спрямовано на зчитування файлу конфігурації ПЛІС, це має сенс тільки для сліпого клонування? При виконанні процедур компоновці та трасування застосовуються імовірні алгоритми, тому результуючий файл конфігурації кожен раз буде різним.

4. У 4.2 представлено постановку задачі вибору множини контрзаходів за критерієм «безпека-вартість». Складовою частиною якої є мінімальна ва-

ртість $C = \sum_{v} cost_v \to min$. Однак не зовсім зрозуміло, яким чином ця мінімальна вартість визначається?

5. У матеріалах роботи зустрічаються граматичні та орфографічні помилки.

Слід відмітити, що вказані недоліки суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок по дисертації. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, у якій отримане нове рішення актуальної науково-прикладної задачі розробки методів кейс-орієнтованого оцінювання і засобів підвищення достовірності оцінювання та забезпечення виконання вимог до кібербезпеки цифрових компонентів і систем на програмовній логіці.

Таким чином, за актуальністю, обсягом проведених та використаних досліджень, науковою новизною, практичною цінністю отриманих результатів та обґрунтованістю дисертаційна робота й автореферат відповідають вимогам до кандидатських дисертацій та п.п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р." (зі змінами), а її автор – **Ілляшенко Олег Олександрович** заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти.

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

Провідний науковий співробітник
відділу мікропроцесорної техніки
Інституту кібернетики
ім. В.М. Глушкова НАН України,
д.т.н., професор _____ **Опанасенко В.М.**