

«Затверджую»

Директор Інституту проблем моделювання
в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України
чл.-кор. НАН України, д.т.н., професор

_____ В.В. Мохор

«__» _____ 2023 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації ШКАРУПИЛА Вадима Вікторовича «Методи і засоби контролю артефактів процесу проектування програмно-алгоритмічного забезпечення систем критичного призначення»

Актуальність теми дослідження. Вимоги до програмного забезпечення, що створюється, у тому числі, для технічних систем критичного призначення, постійно зростають. Особливого значення останніми роками набуває забезпечення функціональної безпеки програмної складової систем критичної інфраструктури, зокрема в енергетичній галузі. Одним з найбільш дієвих шляхів вирішення цієї проблеми є залучення формальних методів і засобів на всіх етапах життєвого циклу програмно-алгоритмічного забезпечення технічної системи, але особливо важливим в цьому сенсі є початкові етапи, у тому числі – етап проектування. Саме на етап проектування у складі процесу розроблення програмно-алгоритмічного забезпечення систем критичного призначення й спрямоване подане до захисту дисертаційне дослідження В.В. Шкарупила.

Отже, в дисертаційній роботі автора вирішується актуальна науково-технічна проблема, яка полягає в забезпеченні контролю несуперечності програмних елементів, що розробляються ("артефактів" – згідно термінології,

що використовує здобувач), на етапі проектування програмно-алгоритмічної складової систем критичного призначення.

Структура дисертації. Представлена до розгляду докторська дисертація В.В. Шкарупила складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел (189 бібліографічних найменувань) та 9 додатків, засвідчена власним підписом на титульній сторінці.

Загальний обсяг дисертації складає 369 сторінок, у тому числі 255 сторінок основного тексту, включаючи 27 таблиць та 38 рисунків.

Дисертаційна робота супроводжується окремим рефератом обсягом 2 авторських аркуші.

Представлена до розгляду дисертація є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, що містить наукові положення та нові науково обґрунтовані результати в галузі технічних наук, одержані здобувачем особисто, які мають практичну та теоретичну цінність.

Основні наукові результати. Згідно проведеного розгляду дисертації до основних наукових результатів, що отримані автором самостійно і складають наукову новизну дисертаційного дослідження, належить наступне:

1. Модель формалізованого подання розроблюваної програмно-алгоритмічної складової систем критичного призначення, використання якої за рахунок застосування правила композиції Гоара дозволяє скоротити кількість рядків коду формальної специфікації, створюваної для блок-схем алгоритмів та UML-діаграм дій. Модель базується, у тому числі, на застосуванні виразних засобів формалізмів CSP, PlusCal і TLA+.

2. Метод синтезу формальних специфікацій для графічних подань програмно-алгоритмічної складової, який, за рахунок залучення розроблених правил одержання конструкцій похідних артефактів, у тому числі – у складі результуючих формальних специфікацій, дозволяє комплексно опрацьовувати досліджувані артефакти: і на аналітичному рівні, і на рівні реалізації. Рівень реалізації при цьому розглядається у якості чинника уможливлення застосування автоматизації процесу формальної верифікації

результуючих артефактів – специфікацій на основі виразних засобів формалізму TLA+.

3. Метод контролю відповідності результуючих похідних формальних специфікацій первинним артефактам – графічним поданням програмно-алгоритмічної складової, що, за рахунок співставлення показників відповідних систем переходів, побудованих на основі засобів структури Кріпке, дозволяє поширювати висновки стосовно результатів формальної верифікації специфікацій також і на первинні графічні подання.

4. Модель як стратифікована (ієрархічна) архітектура, яка, за рахунок оперування конструкціями «атомарної» і «складеної» моделей математичного апарату DEVS у відповідності до ієрархічного підходу, дозволяє одержувати результуючі комп'ютерні моделі-засоби контролю заданого показника нефункціональних характеристик при проектуванні програмно-алгоритмічної складової – у відповідності до архітектурної складової формальних специфікацій, несуперечність яких було підтверджено на основі методу формальної верифікації TLC або шляхом залучення проведеного і винесеного на захист розвитку зазначеного методу.

5. Метод контролю значення заданого показника нефункціональних характеристик, який, за рахунок оперування конструкціями «атомарної» і «складеної» моделей математичного апарату DEVS у процесі дискретно-подійного імітаційного моделювання, дозволяє одержувати результуюче оціночне значення названого показника вже на етапі проектування програмно-алгоритмічного забезпечення, залучаючи як оціночні, так і фактичні значення складових, на основі яких накопичується результуюче значення.

6. Розвиток поширеного методу перевірки на моделі TLC, що, за рахунок сполучення методів обходу в ширину і в глибину теорії графів за ітеративного підходу до організації процесу формальної верифікації, дозволяє підвищити ефективність зазначеного процесу за показником зниження супутніх часових витрат.

Достовірність результатів. Достовірність отриманих результатів та рекомендацій забезпечується: коректністю постановок, припущень, зокрема – шляхом залучення формалізації, застосування запропонованих оціночних функцій і експериментального підтвердження відповідних значень; шляхом застосування засобів математичної статистики, співставлення отриманих нових результатів із вже існуючими.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у провідних фахових виданнях, що індексуються в наукометричних базах Scopus та Web of Science (Core Collection), у тому числі – із квантилем Q3, або віднесених до категорії A.

Практичне значення отриманих і винесених на захист результатів полягає у розробленні комплексу методів і засобів, що уможливають здійснення контролю показників функціональних і нефункціональних характеристик розроблюваної програмно-алгоритмічної складової систем критичного призначення ще на етапі проектування процесу розроблення.

Спираючись на наведені у додатках відомості, можна вважати, що практичне значення отриманих результатів підтверджено наступними документами:

- акт впровадження у робочий процес ТОВ «НВП «ХАРТРОН-ЮКОМ», що співпрацює з КБ «Південне»;
- лист підтримки від Громадської спілки «Міжнародна рада з великих електроенергетичних систем СІГРЕ в Україні»;
- лист підтримки від Державного підприємства «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки»;
- лист підтримки від Державного центру кіберзахисту Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України (ДЦКЗ Держспецзв'язку);
- лист підтвердження впровадження у навчальний процес Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного

технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

– лист підтвердження впровадження у навчальний процес кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України).

Відповідність змісту дисертації паспорту спеціальності.

Дисертаційна робота виконана за науковою спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти. Робота відповідає паспорту зазначеної спеціальності за нижченаведеними напрямками досліджень:

– "методи й засоби забезпечення ефективності, надійності, контролю, діагностики, визначення параметрів, відлагодження, випробування, а також проектування високоефективних, надійних, придатних для контролю та діагностики комп'ютерних систем та мереж, їх пристроїв та компонентів";

– "теоретичні засади, методологічні, алгоритмічні та програмно-апаратні засоби опрацювання інформації, представленої формалізованими знаннями та природомовними об'єктами";

– "розроблення та дослідження методів та технологій автоматизованого проектування технічних та програмних засобів комп'ютерних систем і мереж, мов опису, моделей та структурно-алгоритмічної організації систем та мереж для різних ієрархічних рівнів їх подання, створення інтелектуалізованих систем аналізу і синтезу апаратних та програмних засобів комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних систем, комп'ютерних мереж та їх компонентів".

Дисертаційна робота характеризується цільністю, єдністю змісту, відповідає принципам академічної доброчесності, містить обґрунтовані висновки та свідчить про особистий внесок здобувача в науку щодо розв'язання важливої науково-технічної проблеми забезпечення контролю артефактів процесу проектування програмно-алгоритмічної складової систем критичного призначення стосовно їх несуперечності шляхом підвищення

ефективності контролю артефактів у процесі розроблення програмно-алгоритмічної складової систем критичного призначення на етапі проєктування.

Дотримання принципів академічної доброчесності. У докторській дисертації здобувача і відповідних наукових публікаціях, де висвітлено основні отримані наукові результати, залучення наукових текстів, ідей, розробок, наукових результатів і матеріалів інших авторів здійснено із наданням посилань на праці авторів та/або джерела опублікування, відображено інформацію стосовно особистого внеску автора.

Публікації. Отримані під час виконання дисертаційної роботи результати повною мірою відображені у 68 працях, серед яких: 4 колективні монографії, 2 розділи колективних монографій, з яких 1 проіндексовано у наукометричній базі Scopus; 22 статті у періодичних фахових виданнях, серед яких 7 проіндексовано у наукометричних базах Scopus та Web of Science (Core Collection), 3 статті опубліковано у фахових виданнях категорії А; 40 праць – це матеріали доповідей на наукових конференціях, серед яких 7 робіт представлені в наукометричних базах Scopus та Web of Science (Core Collection).

У текстах монографій здобувача використано матеріали наукових статей за його авторством, опублікованих раніше, на які надано відповідні посилання. Під час виконання дисертаційної роботи було використано значну кількість літературних джерел у галузі наукового дослідження; на всі ці літературні джерела наведено посилання у тексті дисертації.

Наукові результати, отримані в кандидатській дисертації автора, не входять до складу результатів, що виносяться на захист його докторської дисертації.

Висновок. Докторська дисертація В.В. Шкарупила є завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, що містить наукові положення та нові науково обґрунтовані результати в галузі технічних наук, які одержані здобувачем особисто й мають практичну та

теоретичну цінність. Робота характеризується єдністю змісту, відповідає принципам академічної доброчесності, містить обґрунтовані висновки та свідчить про особистий внесок здобувача в науку.

Дисертаційна робота виконана за науковою спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти, відповідає паспорту даної спеціальності та рекомендується до подання до захисту до спеціалізованої вченої ради за цією спеціальністю.

Рецензенти:

Д-р техн. наук

Віталій ЗУБОК

Д-р техн. наук

Сергій ГІЛЬГУРТ

Д-р техн. наук

Олександр ВЛАДИМИРСЬКИЙ