

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідувача кафедри мережевих та інтернет технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доктора технічних наук, професора Кравченка Юрія Васильовича на дисертацію Коваленко Юлії Борисівни за темою: «Інформаційна підтримка процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології»

Обґрунтування вибору теми дослідження та її актуальність.

Не викликає сумніву те, що у сучасних умовах активного розвитку авіаційної галузі в Україні та світі, однією з найактуальніших задач є забезпечення високої ефективності та безпеки процесів проектування і експлуатації бортових обчислювальних систем літальних апаратів. Особливої ваги набуває впровадження концепції інтегрованої модульної авіоніки (ІМА), яка дозволяє реалізувати парадигму побудови авіоніки на принципах модульності, реконфігурованості, інтелектуалізації, функціональної стійкості, живучості та відмовостійкості. Концепція інтегрованої модульної авіоніки забезпечує спільне використання апаратних ресурсів бортового обладнання різними функціональними системами, що дозволяє зменшити вагу, об'єм, споживання енергії та вартість бортового комплексу, а також значно підвищити його функціональну стійкість. У той же час, така архітектура вимагає нових підходів до інформаційної підтримки процесу проектування та експлуатації, які б дозволяли забезпечити автоматизований контроль, верифікацію структур, прогнозування відмов та адаптивну реконфігурацію систем.

Варте зазначити, що значна кількість сучасних досліджень українських і зарубіжних науковців присвячена проблемам проектування, моделювання, діагностики та підвищення надійності складних технічних систем, включаючи авіаційні. Аналіз праць свідчить, що хоча ІМА активно впроваджується у світовій практиці, питання формалізації інформаційної підтримки її проектування та експлуатації, побудови моделей оцінювання надійності, алгоритмів автоматизованого контролю та діагностики в умовах реконфігурації залишаються відкритими та потребують подальших досліджень.

Отже, дисертаційна робота Коваленко Юлії Борисівни присвячена вирішенню нової актуальної науково-прикладної проблеми інформаційної підтримки процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки, що забезпечить зростання рівня

автоматизації, відмовостійкості, надійності та ефективності сучасних авіаційних систем.

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

Тематика дисертаційної роботи та одержані результати безпосередньо пов'язані з «Основними науковими напрямками та найважливішими проблемами фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних наук НАН України на 2019-2023 роки» (затверджена Кабінетом Міністрів України від 11.01.2018р. № 13); Державною цільовою науково-технічною програмою розвитку авіаційної промисловості на 2021-2030 роки (затверджена Кабінетом Міністрів України від 01.09.2021р. № 951) та у межах НДР № 5-2024/18.02 «Система забезпечення кібербезпеки та стійкості об'єктів критичної інфраструктури», 01.03.2024р. – 30.06.2025р. Державного некомерційного підприємства Державний університет «Київський авіаційний інститут».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Представлена на розгляд дисертаційна робота відрізняється високим ступенем наукової обґрунтованості та має послідовну і логічну побудову. Авторка спирається на результати наукових досліджень як закордонних, так і вітчизняних вчених, що спеціалізуються на проблемах інформаційної підтримки процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується доцільністю застосування математичного та статистичного аналізу, імітаційного моделювання, методів симуляції і синтезу складних технічних систем. Достовірність наукових висновків у дисертації також підтверджується: правильним формулюванням завдання та його відповідністю реальним умовам; збором достатньої кількості експериментальних даних, отриманих комп'ютерним моделювання та їх порівнянням з результатами реальних досліджень; застосування отриманих результатів у практичній діяльності, що підтверджують акти про впровадження, представлені у додатках.

Наукова новизна одержаних результатів.

Удосконалено метод підтримки процесу проектування інтегрованої модульної авіоніки, який передбачає виокремлення етапів ескізного проектування, формування вимог до оцінки безпеки, верифікації та генерації структури функцій бортового обладнання, що забезпечує формалізацію множини параметрів для побудови комплексів нового покоління;

удосконалено модель процесу проектування комплексу бортового обладнання ІМА, яка на основі узагальнених функцій верхнього рівня та процедур типізації структури функцій дозволяє реалізувати математичні методи підвищення надійності й відмовостійкості на ранніх стадіях проектування;

вперше запропоновано та розроблено графову модель структури функцій комплексу бортового обладнання ІМА, яка, використовуючи стандарт IEEE 1149.1, дозволяє формалізовано визначати кількість обчислювальних модулів, рівні гарантії проектування, обсяги переданих даних та відповідність функцій вимогам надійності;

вперше розроблено та формалізовано структурну модель процесу проектування складних автоматизованих систем управління ІМА, яка враховує модернізацію контролерів універсальними модулями, підтримку технологій AFDX і CAN, інтеграцію підсистеми віртуальних з'єднань для обґрунтування компонентів автоматизованого управління і діагностики несправностей;

вперше розроблено структурно-логічну модель уніфікованого автоматизованого робочого місця, яка дозволяє підвищити достовірність контролю обчислювальної системи ІМА завдяки модульному принципу організації тестів і мажоруванню результатів контролю;

вперше запропоновано методи оцінки ймовірності безвідмовної роботи структурно-логічної моделі автоматизованого робочого місця ІМА шляхом реалізації процедур резервування на рівні однотипних та ідентичних функціональних модулів;

вперше розроблено інформаційну технологію, що поєднує методи проектування ІМА, графові моделі структури функцій, структурну модель автоматизованого управління та апріорно-математичні моделі для підвищення надійності та відмовостійкості бортового обладнання.

Практичне значення одержаних авторкою наукових результатів.

Проведені теоретичні дослідження, моделювання, а також експериментальні перевірки підтвердили практичну доцільність і ефективність результатів дисертаційної роботи Коваленко Ю.Б., яка присвячена інформаційній підтримці процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки (ІМА).

Запропоновані метод і модель підтримки процесу проектування ІМА впроваджено як складову інформаційної технології до складу автоматизованих робочих місць, що дозволило формалізувати процес визначення параметрів для побудови надійних та відмовостійких бортових комплексів. Результати використано в процесі дослідно-конструкторських робіт із моделювання структур функцій БРЕО.

Розроблену графову модель структури функцій комплексу бортового обладнання ІМА адаптовано для прогнозування навантаження на мережу обміну даними та розрахунку необхідної обчислювальної потужності при побудові архітектури ПЗ та апаратних засобів ІМА.

Структурна модель процесу проектування складних автоматизованих систем управління дозволила виявити характерні відмови підсистем ІМА, реалізувати алгоритми діагностики на етапі моделювання та підтримки в польоті.

Результати дослідження впроваджено в навчальний процес Державного університету "Київський авіаційний інститут" для підготовки магістрів та аспірантів за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка», а також у рамках виконання НДР № 5-2024/18.02 "Система забезпечення кібербезпеки та стійкості об'єктів критичної інфраструктури".

Розроблену інформаційну технологію оцінки відмовостійкості застосовано у верифікації працездатності автоматизованого робочого місця контролю обчислювальної системи ІМА, що дозволяє автоматизувати процеси тестування та усунення відмов елементів у складі ПЗ і АЗ ІМА на етапах виробництва й експлуатації.

Алгоритми контролю та діагностики, запропоновані автором, пройшли випробування на стендових експериментах із використанням реконфігурованих діагностичних модулів і довели можливість підвищення достовірності виявлення збоїв на борту ПС.

Практична цінність роботи підтверджена актами впровадження в освітній і науково-дослідний процеси, зокрема у навчальний процес кафедри інформаційної безпеки та програмного забезпечення в авіації КАІ.

Отже, результати дисертаційної роботи мають вагоме практичне значення для впровадження в авіаційну галузь, сприяють підвищенню надійності, живучості та кіберстійкості бортових систем нового покоління, а також підтримують розвиток освіти і науки в галузі ІМА.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.

Основні результати дисертаційної роботи з необхідною повнотою відображені у 41 наукових публікаціях, із яких 30 наукові статті у фахових виданнях та 11 тези доповідей на наукових конференціях.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення.

За своїм змістом дисертація Коваленко Ю.Б. відповідає діючим вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук і являє собою наукову працю, яка містить сукупність наукових положень та результатів, виставлених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора у науку.

Оформлення дисертації та реферату відповідає вимогам Державних стандартів України. Текст дисертації та реферату написані грамотною технічною мовою, ясно та зрозуміло.

Відповідність змісту реферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації та відображає її основний зміст, наукові та практичні результати.

Підтверджую відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації у дисертації та автореферате Коваленко Ю.Б.

Недоліки та зауваження.

1. У першому розділі «Дослідження процесу інформаційної підтримки проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання» проаналізовано сучасні засоби інформаційної підтримки процесу

проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання; виконано аналіз радіоелектронного обладнання, що використовується в цивільній авіації України, а також визначені його основні визначальні параметри та показники надійності; проаналізовано наукові результати у сфері інформаційної підтримки та технічних систем проектування та експлуатації, виконано аналіз нормативно-правової документації проектування та експлуатації. Але в дисертації не достатнє повно та структуроване представлено матеріал саме по постановці науково-прикладної проблеми, яка помилково записана як «науково-прикладна задача», а саме, проблеми інформаційної підтримки процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки, що забезпечить зростання рівня автоматизації, відмовостійкості, надійності та ефективності сучасних авіаційних систем. По-перше, доцільне було б виділити підрозділ в 1 або 2 розділі з відповідною назвою. По-друге, науково-прикладна проблема, як видове, є результатом суперечливої ситуації, аналіз якої в роботі відсутній. Також доцільне було б надати відповідну математичну формалізацію науково-прикладної проблеми.

2. В роботі зрозуміло та чітко викладено основну керівну ідею щодо вирішення практичної проблеми з проблеми інформаційної підтримки процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки. Данна ідея реалізована в запропонованих авторкою наукових результатах, які в сукупності дозволяють вирішити науково-прикладному проблему. Але в дисертації відсутній сконцентрований в одному місті з відповідним заголовком матеріал стосовно більш чіткого опису наукової гіпотези та нових принципів інформаційної підтримки процесу проектування та експлуатації комплексу бортового обладнання. А це знижує швидкість оцінки оригінальності та новизни ідей. Доцільне було б описати дану ідею у вигляді наукової гіпотези, надати її математичну формалізацію та показати формальний зв'язок з науковими результатами.

3. У другому розділі дисертації, представлено матеріал, який присвячено запропонованому методу підтримки процесу проектування інтегрованої модульної авіоніки, але даний метод не достатньо чітко структурований на етапи, доцільно було б додати відповідну блок-схему. Також відсутній детальний аналіз сценаріїв можливих відмов або критичних ситуацій, які можуть виникати на ранніх етапах проектування, що ускладнює оцінку повноти застосованого підходу до підвищення відмовостійкості.

4. У розробленій графовій моделі структури функцій комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки не повною мірою наведено приклади конкретних реалізацій для обґрунтування адекватності побудованої моделі при значних змінах навантаження на мережу передачі даних.

5. При оцінці структурної моделі автоматизованих систем управління інтегрованої модульної авіоніки доцільно було представити порівняльний аналіз запропонованої моделі з існуючими, зокрема тими, що використовуються в провідних авіаційних корпораціях.

6. Інформаційна технологія, запропонована в дисертації, охоплює повний життєвий цикл інтегрованої модульної авіоніки, однак у роботі доцільно було б детальніше розкрити алгоритмічне забезпечення, пов'язане із верифікацією результатів проєктування на етапі моделювання та випробувань.

7. При аналізі програмно-апаратного забезпечення для автоматизованого робочого місця контролю інтегрованої модульної авіоніки не розглянуто вплив прихованих відмов на загальну стійкість інформаційної інфраструктури комплексу.

Разом з тим зазначені зауваження не знижують наукової цінності, теоретичної вагомості та практичної значущості виконаного дослідження і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому.

Висновок.

Дисертаційна робота Коваленко Ю.Б. є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, яка містить нові науково обґрунтовані положення, моделі, методи та інформаційну технологію, що в сукупності вирішують актуальну науково-прикладну проблему інформаційної підтримки процесу проєктування та експлуатації комплексу бортового обладнання інтегрованої модульної авіоніки, що забезпечить зростання рівня автоматизації, відмовостійкості, надійності та ефективності сучасних авіаційних систем.

За актуальністю, повнотою досліджень, науковою новизною, практичною цінністю одержаних результатів дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 та вимогами до опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук, затвердженими Наказом Міністерства освіти і науки України від 23.09.2019 № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» (зі змінами внесеними Наказом МОН України від 27.05.2022 № 496), а її авторка, Коваленко Юлія Борисівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – «Інформаційні технології».

Офіційний опонент

завідувач кафедри мережевих та інтернет технологій.
факультету інформаційних технологій Київського
національного університету імені Тараса Шевченка
доктор технічних наук, професор

Юрій КРАВЧЕНКО

« 03 » ліпня 2025 року

ПІДПИС
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
КАРАУЛ

03.07.2025



[Handwritten signature]