

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Вдовіченка Олександра Олександровича на тему «Моделі, метод та засоби реконфігурації програмовних пристроїв безпілотних систем з керованою багаторівневою деградацією », поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

На засіданні кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки (503) за участі: голови засідання – заст. зав. каф. 503, к.т.н., професора Фурманова К.К.; зав. каф. 503, д.т.н., професора Харченка В. С.; професорів каф. 503: д.т.н., професора Брежнєва Є. В., д.т.н., професора Кучука Г. А., Морозової О. І., д.т.н., професора Фесенка Г. В., д.т.н., доцента Пєвнєва В. Я., к.т.н., доцента Орехова О. О., к.т.н., доцента Узуна Д. Д.; доцентів каф. 503: к.т.н., доцента Бабешка Є. В., к.т.н., доцента Дужеого В. І., к.т.н., доцента Ілляшенка О. О., к.т.н., доцента Колісник М. О., к.т.н., доцента Куланова В. О., к.т.н., доцента Перенелицина Є. В., к.т.н., доцента Піскачова О. І., к.т.н., с.н.с. Ключнікова І. М., к.т.н., Тецького А. Г.; старших викладачів: д.ф. Землянка Г. А., д.ф. Карпенка А. С., д.ф. Лейченка К.М., Годунова О. С., Дужей В. В., Єгорової Є. В., Желтухіна О. В., Холодної З. Б.; аспірантів Абакумова А. І., Веприцької О. Ю., Демури О. І., Міщука В. В., Неретіна О. С., Остапенка Л. Ю., Поліщука К. В., Середюка А. О., Щеглова В. Р., а також професора кафедри аеронавігаційних систем Державного університету «Київський авіаційний інститут» д.т.н., професора Шмельової Т. Ф., професора кафедри теоретичної радіотехніки та радіовимірювань Національного університету «Львівська політехніка» д.т.н., професора Волочія Б. Ю., професора кафедри математичної інформатики Київського національного університету імені Тараса Шевченка д.т.н., професора Заславського В. А., відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Вдовіченка Олександра Олександровича на тему «Моделі, метод та засоби реконфігурації програмовних пристроїв безпілотних систем з керованою багаторівневою деградацією».

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

1. Актуальність теми дослідження. Актуальність досліджень, що проводилися дисертантом з розроблення моделей, методів і засобів реконфігурації програмовних пристроїв безпілотних систем з керованою багаторівневою деградацією, обумовлена наступним:

- по-перше, технологічними викликами щодо надійного застосування безпілотних систем, ядром бортових систем керування і оброблення інформації яких є мікроконтролерні (програмовні) пристрої, в умовах складного

кіберфізичного середовища, виникнення одиничних і кратних збоїв і сталих відмов;

- по-друге, обмеженістю відомих наукових рішень, наданих в публікаціях (наукових статтях, дисертаціях, монографіях, проєктних звітах, описах патентів) стосовно забезпечення контролю, діагностування (локалізації причин і характеру відмов) та їх безударного толерування відмов з використанням програмних або програмно-апаратних засобів;

- по-третє, недоліками існуючих моделей, які описують процеси поступової втрати працездатності програмовних пристроїв, внаслідок складності врахування різних параметрів процесів реконфігурації та багаторівневої деградації.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Отримані автором результати дисертації виконано на кафедрі комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного аерокосмічного університету «ХАІ» в рамках виконання держбюджетних науково-дослідницьких робіт «Методологічні засади та технології оцінювання та забезпечення безпеки (захисту) критичних інформаційних інфраструктур» (№ ДР 0119U100979, 2019–2021 рр.), «Розроблення науково-методичного апарату і засобів для оцінювання та забезпечення надійності та безпечності гарантоздатних ІТ-систем та інфраструктур» (№ ДР 0121U113842, 2021–2023 рр.), «Наукові засади і методи забезпечення гарантоздатності флотів БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних і військових об'єктів» (Д 503-1/2021-Ф, № Д/Р 0121U112172, 2021-2023 рр.), «Методи, програмно-апаратні засоби та технології забезпечення гарантоздатності інтелектуальних систем індустріального інтернету речей» (Д 503-10/2022-П, № Д/Р 0122U001065, 2022-2023), «Методи та кейс-технології доказового оцінювання кібербезпеки програмовних систем для забезпечення захисту критичної ІТ-інфраструктури» (Д 503-10/2023-П, № ДР 0123U102106, 2023-2024)

3. Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- вперше запропоновано метод керованої багаторівневої деградації програмовних пристроїв, який, на відміну від відомих, базується, по-перше, на формальному описі умов та аналізі реконфігуроприсадиності архітектури за допомогою спеціальних метрик об'єму та часу; по-друге, запропонованих процедурах реконфігурації, вибір і реалізація яких здійснюється залежно від типів дефектів з використанням визначеної множини конфігурацій, що забезпечує підвищення надійності та живучості при виникненні та накопиченні відмов апаратних компонентів;

- удосконалено структурні та надійнісні моделі програмовних пристроїв з керованою багаторівневою деградацією шляхом декомпозиції множин внутрішніх компонентів залежно від впливу на працездатність та потенційної можливості програмно-керованої реконфігурації структури без втрати або з частковою втратою працездатності і якості виконання специфікованих функцій, що надає змогу формувати вимоги до засобів керування реконфігурацією та розраховувати показники безвідмовності та живучості при певних відмовах;

- удосконалено марковські моделі готовності програмовних пристроїв з керованою деградацією, що враховують інтенсивності відмов визначених множин компонентів, визначених залежно від можливості відновлення завдяки програмно-керованій реконфігурації без (або з) частковою втратою якості виконання функцій, а також часові і достовірнісні характеристики процедур перебудови, а також наявність резервування та часткову працездатність засобів реконфігурації, що забезпечує можливість розрахунку функцій готовності при багатоступеневій деградації.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи.

Теоретичне значення результатів роботи полягає у наступному:

- створено модельний базис програмовних пристроїв з багаторівневою керованою деградацією, який складається з теоретико-множинних і структурно-надійнісних моделей завдяки декомпозиції множин внутрішніх компонентів залежно від впливу на працездатність та врахуванню потенційної можливості реконфігурації;

- розвинуто методи та процедури програмно-керованої багатоступеневої деградації програмовних пристроїв з використанням їх природної реконфігуропридатності та цілеспрямованої перебудови на підставі визначеної множини конфігурацій;

- комплекс моделей готовності програмовних пристроїв розвивають клас багатофрагментних марковських моделей зі змінними параметрами (кількістю рівнів та інтенсивностями відмов внутрішніх і реконфігураційних ресурсів).

Практичне значення отриманих результатів. Наукові положення і висновки логічно підтримано деталізованими практичними результатами, які впроваджено в навчальному процесі та проектах кафедри:

- розроблено алгоритми, програмні і апаратні засоби для відмовостійких і реконфігуровних програмовних пристроїв для безпілотних систем, які реалізують різні варіанти контролю, відновлення та керованої багаторівневої деградації;

- запропоновано програмні засоби для моделювання і оцінювання надійності та живучості програмних пристроїв в умовах виникнення та накопичення відмов та реалізації цілеспрямованих процедур реконфігурації.

- запропоновано апаратні рішення для побудови роботизованих мобільних засобів з можливістю адаптації до параметрів кіберфізичного середовища, в якому застосовується безпілотні системи.

Результати досліджень і розробок надають змогу підвищити показники надійності – ймовірність безвідмовної роботи, функцію готовності, середнє напруження на прийнятні рівні працездатності програмовних пристроїв.

Отримані наукові результати були використані при виконанні міжнародного проєкту ERASMUS+ ALIOT, а також проєктів кафедри, виконаних на замовлення МОН України, і навчальному процесі – при підготовці лекційних матеріалів, матеріалів для практикумів, при обґрунтуванні та формуванні вимог до надійності та живучості обладнання безпілотних систем, а також варіантів програмно-апаратних засобів їхнього забезпечення. Далі результати досліджень можуть бути використано у науково-дослідних та проєктних організаціях, конструкторських

бюро, які займаються розробленням і впровадженням вбудованих систем для БПЛА та їх роїв.

5. Апробація/використання результатів дисертації.

Результати досліджень автора обговорювались на наступних конференціях:

- Всеукраїнській науково-технічній конференції «Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні» (2023, 2024, Харків, Україна);
- Міжнародна науково-практична конференція «Dependable System, Services and Technologies Conference» (2022, 2023, 2024, Athens, Greece).

Розроблені автором наукові положення впроваджено у:

- навчальному процесі кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки ХАІ (лекціях та практичних заняттях з навчальних дисциплін «Надійність та функціональна безпека ІКС», «Програмування систем IoT», «Надійність та відмовостійкість КС», «Комплексні системи захисту інформації») для бакалаврів, магістрів і аспірантів, що навчаються за спеціальностями 123 – Комп'ютерна інженерія та 125 – Кібербезпека і захист інформації;

- науково-дослідницьких роботах кафедри, виконаних на замовлення МОН України, зокрема: «Розроблення науково-методичного апарату і засобів для оцінювання та забезпечення надійності та безпечності гарантоздатних IT-систем та інфраструктур» (№ ДР 0121U113842, 2021–2023 рр.), «Наукові засади і методи забезпечення гарантоздатності флотів БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних і військових об'єктів» (Д 503-1/2021-Ф, № Д/Р 0121U112172, 2021-2023 рр.), що виконуються на кафедрі комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Вдовіченка Олександра Олександровича визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Зміст основних розділів дисертації перевірено 11.03.2025 р. на наявність текстових запозичень в системі «Turnitin», в порівнянні з файлами бібліотеки корпоративного облікового запису Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства.

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

Основні результати дисертації опубліковано в 11 наукових публікаціях, включно:

- 4 статті у наукових фахових виданнях України (2 статті у виданні з індексацією у Scopus, кuartиль Q3);
- 1 стаття опублікована у періодичному виданні Springer (має ISSN та DOI з індексацією у Scopus, кuartиль Q4);
- 1 колективна монографія;

- 4 статті у науковому фаховому виданні України (не покриває спеціальність 123);
- 2 публікації у просідінгах міжнародних конференцій з індексацією у Scopus.
- 2 публікації у матеріалах національної конференції.

Статті у наукових фахових видання, затверджених МОН України:

Вдовіченко, О., Перепелицин, А., Дужий, В., Желтухін, О. Метод дистанційної діагностики, перепрограмування і реконфігурації вузлів вбудованої системи. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2022. – No. 6(184). – С. 66–75. DOI: 10.32620/aktt.2022.6.08.

Здобувач представив послідовність дій для діагностики та перепрограмування вузлів обчислювальної системи на базі мікроконтроллера.

Вдовіченко, О., Перепелицин, А. Організація взаємодії пристроїв з доступом в інтернет на основі мікроконтролерів із обмеженою кількістю ресурсів. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2023. – No. 6(192) – С. 76–85. DOI: 10.32620/aktt.2023.6.09.

Здобувач проаналізував існуючі типи компонентів для побудови IoT систем з оглядом на їх придатність до модифікації.

Вдовіченко, О. Аналіз технологій реконфігурації систем інтернету речей на рівні програмних модулів та завантажувачів. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2024. – No. 3(195) – С. 99–108. DOI: 10.32620/aktt.2024.3.09.

Здобувач представив класифікацію вбудованих систем за рівнем організації їхньої реконфігурованої частини.

Вдовіченко, О., Перепелицин, А. Аналіз номенклатури мікроконтролерів для побудови елементів домашньої автоматизації. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2024. – No. 5(199) – С. 118–126. DOI: 10.32620/aktt.2024.5.12.

Здобувач представив спрощений процес прийняття рішень щодо вибору елементної бази для побудови компонентів системи домашньої автоматизації.

Вдовіченко, О., Харченко, В. Марковські моделі оцінювання надійності програмовних пристроїв з керованою багаторівневою деградацією: класифікація, розроблення і дослідження. *Measuring and computing devices in technological processes*. – 2024 – No.4, – С. 433–444. DOI: 10.31891/2219-9365-2024-80-54.

Здобувач запропонував класифікатор моделей, а також результати розроблення та дослідження для чотирьох ключових мультифрагментних марковських моделей.

Вдовіченко, О., Харченко, В. Програмовні пристрої з керованою багаторівневою деградацією: моделі, методи реконфігурації та аналізу реконфігуропридатності. *Електронне моделювання*. – 2025 – No. 47(1) – С. 53–76
DOI: 10.15407/emodel.47.01.053

Здобувач запропонував структурні схеми надійності, аналітичні моделі та низку процедур реконфігурації та послідовність аналізу реконфігуропридатності програмовних пристроїв для різних сценаріїв багаторівневої деградації.

Vdovichenko, O., Perepelitsyn, A. Analysis of Technologies for Reconfiguration of IoT Systems at Level of Software Modules and Bootloaders. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023. ICTM 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 996. Springer, Cham, Germany, 2023, P 474–486

Здобувач проаналізував можливості використання програмних блоків для модифікації програм мікроконтролера в рамках процедури реконфігурації.

Статті у журналах з квантилем Q3:

Vdovichenko, O., Perepelitsyn, A. Technologies for building systems of remote lining of communication lines: a practical example of implementation. Radioelectronic and Computer Systems. – 2021. – No. 2(98). – P. 31–38. DOI: 10.32620/reks.2021.2.03.

Здобувач представив прототип апаратного засобу з впровадженням запропонованого методу реконфігурації.

Perepelitsyn, A., Vdovichenko, O., Mikhalevskyi, V. Service for communication of devices with Internet access: analysis of technologies and method of creation. Radioelectronic and Computer Systems. – 2023. – No. 4(108). – P. 197–208. DOI: 10.32620/reks.2023.4.14.

Здобувач представив програмний засіб для впровадження запропонованого методу реконфігурації до програмовних пристроїв з багатоступеневою керованою деградацією.

8. Висновок

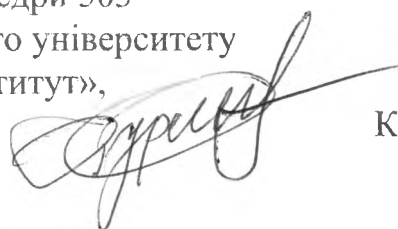
Отже, вважаємо що дисертаційна робота Вдовіченка Олександра Олександровича «Моделі, метод та засоби реконфігурації програмовних пристроїв безпілотних систем з керованою багаторівневою деградацією», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), виконана відповідно до планів та програм науково-дослідної роботи кафедри, університету. Відтак, може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Головуючий на засіданні кафедри 503

Національного аерокосмічного університету

«Харківський авіаційний інститут»,

к.т.н., професор



Клайд ФУРМАНОВ