

# **ВІДГУК**

## **офіційного опонента на дисертаційну роботу**

Мухи Артема Андрійовича за темою: «Моделі, методи та технічні засоби створення гарантоздатних керуючих комп’ютерних систем критичного призначення з двоканальною структурою обробки даних», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Актуальність теми дисертації**

Швидке зростання інформатизації суспільства, що сьогодні сприймається як основний показник добробуту країн, є неможливим без розвитку надійних та довговічних комп’ютерних систем (КС). Застосування управлюючих КС, що широко інтегруються в критичні і техногенні інфраструктури, потребують досконалих засобів для забезпечення виконання з гарантією покладених на них відповідальних функцій. У такому аспекті розвиток теорії побудови гарантоздатних систем є чи не одним з найголовніших шляхів вирішення цієї життєво важливої проблеми.

Враховуючи постійне розширення галузей застосування гарантоздатних систем, однією із актуальних проблем є оцінка рівня їх гарантоздатності та відповідне встановлення ефективних критеріїв такого оцінювання. Подібні завдання часто вирішуються шляхом побудови різного роду моделей, що детально описують роботу системи, та обчислення ймовірностей реалізації ризику, пов’язаного з дефектами, відмовами та збоями. Також одним із можливих методів вирішення цієї задачі є застосування метричного підходу оцінювання рівня гарантоздатності системи, що розроблюється, через проведення аналізу її основних властивостей.

Одночасно з розвитком теорії, окремої уваги потребують прикладні методи створення гарантоздатних управлюючих КС, оскільки до цього часу більшість сучасних обчислювальних машин, що реалізують надзвичайно відповідні функції, включаючи управління техногенно і екологічно небезпечними об’єктами, будуються з використанням підходів, які не дозволяють ефективно підвищувати їх гарантоздатність та безпеку.

Основні задачі дисертаційної роботи відповідають пріоритетним напрямкам розвитку сучасної науки та збігаються з тематикою багатьох держбюджетних тем Національної академії наук України, оскільки направлені на реалізацію теоретичних основ і широкого спектру прикладних методів створення гарантоздатних управлюючих КС для критичного призначення.

### **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень**

Обґрунтованість отриманих результатів обумовлена коректним використанням основних положень теорій гарантоздатності КС, надійності цифрових схем і систем, теорії

ймовірностей і математичної статистики. При виконанні роботи основні положення досліджені і перевірені методами математичного та статистичного моделювання, а також булевою алгеброю.

**Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:**

- вдосконалено атрибутивну модель гарантоздатності (АМГ) КС та здійснено розгорнуту декомпозицію її понять на атрибути, метрики і критерії рівня реалізації, яка відрізняється від відомих включеним до її складу атрибутом «достовірність», що надає додаткові можливості дослідження гарантоздатності КС;

- вперше розроблено метод кількісного оцінювання рівня реалізації атрибутів, метрик, що дозволяє здійснити параметризацію АМГ. Розроблено скалярну математичну модель для комплексного оцінювання загального рівня гарантоздатності КС та реалізовано процедуру порівняльної оцінки для різних варіантів виконання КС в період проектування з точки зору досягнутого рівня гарантоздатності. Цей метод, на відміну від відомих, дозволяє здійснювати оцінювання та вибір варіантів реалізації КС при її інжинірингу.

- вперше, на основі аналізу та класифікації відмовобезпечних структур КС з двоканальною структурою обробки даних, запропоновано новий клас двоканальної КС з квазімістковою структурою (КМС) та можливістю реконфігурації при відмовах її складових частин. Запропонована КМС передбачає побочне дублювання структурних частин, отриманих шляхом її поділу на більш прості, рівної надійності. Це дозволяє створювати відмовобезпечі і відмовостійкі КС підвищеної надійності, безпеки і живучості за мінімальної надмірності технічних засобів. Завдяки аналітичним розрахункам та статистичному моделюванню надійності КМС, показано переваги запропонованої структури з точки зору надійності та достовірності перед класичною дубльованою структурою.

- дісталася подальшого розвитку стратегія забезпечення відмовобезпеки, як альтернатива дорогої стратегії повної відмовостійкості при проектуванні гарантоздатних КС за рахунок встановлення критеріїв небезпечних відмов та захисних станів, які використовуються при доказі безпеки КС та дозволяють створювати ефективні реалізації КС без втрати безпеки функціонування.

- набув подальшого розвитку метод інжинірингу безпечної КС з високим рівнем живучості, що оснований на застосуванні КМС кластерного типу, яка дозволила реалізувати розподілену структуру КС управління. Відповідно, збільшивши

інфраструктурну надлишковість, стало можливим покращити безпеку і живучість КС за рахунок збільшення кількості її працездатних та захисних станів.

### **Практична цінність**

Отримані теоретичні результати досліджень та практично підтверджені прикладні методи побудови гарантоздатних комп'ютерних засобів і систем мають міжгалузеву направленість та можуть бути впроваджені при розробці та проектуванні конкурентноздатних вітчизняних інформаційних та управляючих КС для критичних технологій та інфраструктур. Практичні результати впроваджено ПІММС НАН України завдяки перемозі у конкурсі науково - технічних проектів наукових установ НАН України. Проведено структурний синтез та розроблено методи забезпечення гарантоздатності дослідного зразка «Контрольно-інформаційної системи для залізничних переїздів «Благовіст». Система «Благовіст» забезпечує зменшення аварійних ситуацій на залізничних переїздах за рахунок повної інформованості водіїв автотранспорту про ситуацію на переїзді.

### **Повнота викладення результатів дисертаційної роботи**

Матеріали дисертації опубліковано в 32 наукових роботах, в тому числі 26 статтях (з них 4 одноосібні) в наукових журналах, які включені до різних міжнародних науковометричних баз даних, з них 18 статей опубліковано в наукових журналах, які входять до переліку ДАК України як фахові і 1 стаття у профільному журналі іноземної держави та 6 тез доповідей на міжнародних конференціях.

### **Зауваження щодо змісту дисертації:**

- 1) У дисертаційній роботі не розкрито, чим відрізняються структури сучасних відмовостійких комп'ютерів провідних світових виробників від запропонованої в дисертації квазімісткової структури (п. 2.4.).
- 2) Якщо квазімісткова структура, що детально описана у пункті 2.4., є самоперевіряємою, то необхідно навести доведення такого висновку.
- 3) У роботі не показано, за рахунок чого запропонований у якості наукової новизни (пункт 5) метод інженірингу КС дозволив підвищити безпеку і живучість «в декілька разів».
- 4) При отриманні аналітичного виразу (1.21), яким описується математична модель комплексної оцінки рівня гарантоздатності системи, не наведено детального обґрунтування застосування простого додавання показників значень метрик.

5) У розділі 2 при дослідженні КМС не враховується надійність схем реконфігурації та безпечних пристрій порівняння.

### **Висновки**

Вказані питання та зауваження суттєво не зменшують загальну позитивну оцінку роботи. Автор досяг поставленої мети з розвитку теоретичних і практичних методів та засобів побудови керуючих гарантоздатних КС високого рівня надійності та безпеки для критичних технологій та інфраструктур.

За актуальністю, ступенем новизни та обґрунтованості представлена дисертаційна робота Мухи Артема Андрійовича «Моделі, методи та технічні засоби створення гарантоздатних керуючих комп'ютерних систем критичного призначення з двоканальною структурою обробки даних» є завершеним самостійним науковим дослідженням, що містить нові цінні науково-практичні результати, використання яких позитивно вплине на розробку та проектування конкурентоздатних вітчизняних керуючих КС для критичних технологій та інфраструктур.

Автореферат достатньо повно розкриває зміст дисертаційної роботи та її основні положення.

Дисертаційна робота «Моделі, методи та технічні засоби створення гарантоздатних керуючих комп'ютерних систем критичного призначення з двоканальною структурою обробки даних» за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає вимогам пп. 9 та 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013р. (зі змінами), а її автор, Муха Артем Андрійович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 - інформаційні технології.

### **Офіційний опонент**

Завідувач кафедри системного програмування  
і спеціалізованих комп'ютерних систем  
Національного технічного університету України  
"Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського", доктор технічних наук, доцент

Віталій РОМАНКЕВИЧ

Вчений секретар  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Валерія ХОЛЯВКО



B.Холявко