

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Державного університету  
Київський авіаційний інститут»,  
завідувачу кафедри комп'ютерних  
інформаційних технологій,  
доктору технічних наук, професору  
Савченко Аліні Станіславівні

## **РЕЦЕНЗІЯ**

завідувача кафедри авіоніки та систем управління Державного університету  
«Київський авіаційний інститут», доктора технічних наук, професора  
Тачиніної Олени Миколаївни на дисертаційне дослідження  
Кранта Даніїла Вячеславовича «Методи використання шин передачі даних в  
автоматизованих системах транспортних засобів», представлене на здобуття  
наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,  
галузь знань 12 «Інформаційні технології»

### **Актуальність дисертаційного дослідження**

Розвиток транспортної галузі в останні десятиліття супроводжується масштабними змінами, пов'язаними з інтеграцією цифрових технологій у всі аспекти функціонування транспортних засобів. Якщо ще донедавна автомобілі базувалися переважно на механічних і електромеханічних системах, то сьогодні вони являють собою складні кіберфізичні комплекси, у яких десятки й навіть сотні електронних блоків керування взаємодіють між собою у реальному часі. Така інтеграція вимагає високоефективних комунікаційних рішень, здатних забезпечити не лише швидкість обміну даними, але й їхню достовірність, синхронність і захищеність.

Особливу складність становить поєднання різних типів шин, які виконують різні функції від управління критичними процесами (гальмівні системи, системи

стабілізації руху) до передавання великих потоків мультимедійних і навігаційних даних. У таких умовах навіть короточасне спотворення чи втрата повідомлення може призвести до серйозних наслідків – від зниження безпеки руху до повної зупинки транспортного засобу. Тому питання уніфікації обміну даними, підвищення його надійності та адаптивності стають стратегічно важливими для подальшого розвитку інтелектуальних транспортних систем.

Ситуацію ускладнює те, що поряд із технічними викликами виникають і нові ризики у сфері інформаційної безпеки. Зі зростанням кількості підключених пристроїв та інтеграцією транспортних засобів у глобальні інформаційні мережі підвищується ймовірність кіберзагроз. Це зумовлює необхідність пошуку рішень, які поєднують вимоги до функціональної безпеки з механізмами захисту від зловмисних впливів.

Актуальність дослідження підтверджується і світовими тенденціями. У провідних країнах активно розробляються стандарти та концепції нового покоління транспортних архітектур (наприклад, AUTOSAR Adaptive Platform), які прямо орієнтовані на мультишинне середовище та його інтеграцію з технологіями штучного інтелекту, хмарних обчислень і систем кіберзахисту. Це створює потребу у методах, здатних ефективно працювати не лише в лабораторних умовах, а й у складних реальних сценаріях експлуатації транспортних засобів.

Представлена дисертація спрямована саме на комплексне вивчення зазначених проблем та формування методів, що дозволяють підвищити ефективність і надійність інформаційного обміну в автоматизованих транспортних системах. Її актуальність визначається як науковими чинниками – наявністю недостатньо розроблених теоретичних підходів до оцінки достовірності повідомлень та адаптивного управління потоками даних, так і практичними потребами – забезпеченням безпечної роботи транспортних засобів нового покоління та створенням передумов для їх подальшої інтеграції у «розумні» транспортні інфраструктури.

Наведене вище означає, що тема дисертації є надзвичайно актуальною, відповідає сучасним викликам науки й техніки, а її результати мають важливе

значення для розвитку автомобілебудування, безпілотних транспортних технологій і кіберзахисту критичних інформаційних систем.

### **Зв'язок дисертаційного дослідження з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційна робота є складовою частиною досліджень, що проводяться в КАІ і спрямовані на вдосконалення методів забезпечення надійної та безпечної передачі даних в автоматизованих системах керування транспортними засобами. Ці дослідження охоплюють широкий спектр завдань – від розробки інтелектуальних алгоритмів взаємодії між електронними блоками до впровадження механізмів оцінки достовірності інформації в умовах високої динаміки руху та обмежених обчислювальних ресурсів. Зокрема, робота спрямована на розвиток науково-технічного підґрунтя для побудови нових моделей обміну даними в середовищі з неоднорідною шиною, врахування контексту дорожньої ситуації та поведінки водія при формуванні інформаційних повідомлень, а також оптимізацію архітектури систем управління з урахуванням вимог до реального часу, стійкості до збоїв і кібератак.

Дисертаційна робота проводилась в межах держбюджетної (кафедральної) науково-дослідної роботи № 26-2024/14.03 «Підвищення достовірності цифрової обробки зображень з бортової відеокамери БПЛА».

Тема дисертації відповідає освітньо-науковій програмі «Комп'ютерні науки» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», галузі знань 12 «Інформаційні технології» в КАІ (зокрема, ОК 1.3.1, ОК 1.3.4 та ОК 1.3.5).

### **Наукова новизна отриманих результатів**

У дисертаційній роботі сформульовано комплекс положень, які засвідчують наукову новизну та суттєво розширюють сучасні підходи до організації інформаційного обміну в транспортних системах:

Насамперед, уперше обґрунтовано метод визначення ймовірнісної оцінки достовірності даних у шинах передачі повідомлень між компонентами автоматизованих систем керування транспортних засобів із врахуванням поведінкових та контекстуальних факторів. Побудована математична модель поєднує

статистичні характеристики CAN-повідомлень із шаблонами руху та реалізує процедуру байєсівської оцінки. Це дозволяє формувати апостеріорну ймовірність достовірності даних у реальних умовах, що імітують динамічні сценарії експлуатації.

Також уперше запропоновано узагальнену модель формування та оцінки транзакцій у середовищі CAN-шини, яка враховує структуру повідомлень, часові параметри, маршрутизацію та динаміку роботи підсистем. Завдяки цьому створено механізм порівняння фактичних часових характеристик із очікуваними інтервалами, що підвищує надійність діагностики та оцінки стану транспортної системи.

Окремим досягненням є розробка алгоритму адаптивної фільтрації повідомлень, який базується на апріорних статистичних патернах. У разі виявлення відхилень від стандартної поведінки алгоритм ініціює апостеріорну перевірку з повторним розрахунком імовірності безпечності передачі. Це дає змогу виявляти потенційно небезпечні транзакції, зумовлені збоями або зовнішніми втручаннями.

Серед положень, які отримали подальший розвиток, слід виокремити удосконалення підходів до формалізації структури транзакцій у CAN-середовищі. Автор запропонував використовувати багатопараметричну статистичну оцінку (середні значення, стандартні відхилення швидкості, обертів двигуна, акселерації, кута повороту керма) для виявлення аномалій у роботі системи. Це підвищує точність діагностики нетипових режимів.

Також удосконалено концептуальну схему побудови інформаційного обміну між підсистемами транспортного засобу: оцінка ризику аномалій базується на співставленні динаміки повідомлень із апріорно сформованими шаблонами штатної поведінки. Це дозволяє оперативно ідентифікувати потенційні збої чи атаки на систему.

У роботі запропоновано й новий підхід до забезпечення інтеперабельності між різними типами шин, заснований на уніфікації структури повідомлень у межах CAN-протоколу. За рахунок аналізу ідентифікаторів кадрів та часових вікон їх появи досягнуто синхронізації між функціональними модулями навіть без фізичної реалізації мультишинного середовища.

Важливим науковим результатом є й подальший розвиток класифікації вимог до шин передачі даних. Здобувач здійснив її з урахуванням рівнів автоматизації транспортних засобів та типів завдань – безпека, автономне керування, комфорт. Це створює системні передумови для вибору протоколів зв'язку під конкретні конфігурації транспортної системи.

Додатково розвинено методи аналізу часових характеристик передачі. Використання статистичного тестування затримок у CAN-середовищі дозволило виявити вузькі місця, конфлікти й перевантаження каналів.

Значущим є і оцінювання архітектурних тенденцій розвитку шинних систем нового покоління. На основі аналізу літературних джерел і емпіричних моделей зроблено висновки щодо меж застосовності CAN-шини, що обґрунтовує необхідність переходу до мультишинних архітектур у складних умовах експлуатації.

### **Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення підтверджене реальними впровадженнями. Розроблені методи використовуються у промислових умовах (ТОВ «АЕРОФАБ УКРАЇНА»), де вони допомагають підвищити ефективність оцінювання дій операторів БПЛА на тренажерах з активними динамічними елементами. Крім того, результати дослідження інтегровані в навчальний процес кафедри інтелектуальних кібернетичних систем, що дозволяє готувати студентів за сучасними стандартами, використовуючи матеріали дисертації у лекціях, практичних і кваліфікаційних роботах.

Це свідчить про універсальність здобутих рішень і їхню здатність бути адаптованими як для промисловості, так і для освіти.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеності, дотримання принципів академічної доброчесності**

Дисертаційне дослідження Кранта Данііла Вячеславовича відзначається цілісністю та послідовністю викладу матеріалу. Робота має чітку внутрішню логіку, усі структурні елементи взаємопов'язані та підпорядковані досягненню поставленої мети. Висновки відповідають завданням, сформульованим у вступі. Автор демонструє високий рівень самостійності у проведенні дослідження, а також

здатність поєднувати аналіз існуючих наукових напрацювань із власними пропозиціями.

Важливим для роботи є дотримання принципів академічної доброчесності. У роботі чітко процитовано всі використані джерела, власні результати відокремлені від запозичених. Перевірка стилю та структури викладу засвідчує відсутність плагіату чи некоректного використання чужих матеріалів.

### **Мова та стиль викладення результатів**

Дисертація написана зрозумілою науковою мовою з дотриманням термінологічних стандартів. Разом з тим, у деяких місцях зустрічаються надмірно довгі речення та кальки з англійської («патерн», «трафік повідомлень»), що може ускладнювати сприйняття. Ці зауваження мають редакторський характер і не впливають на загальний рівень роботи.

### **Повнота оприлюднення результатів**

Основні положення та результати дисертаційного дослідження були належним чином апробовані та знайшли широке відображення у наукових публікаціях, загальна кількість яких становить 19 робіт.

Серед публікацій є 5 статей у наукових фахових виданнях України, що підтверджує відповідність результатів вимогам Міністерства освіти і науки України та їх визнання у вітчизняному науковому середовищі.

Особливої уваги заслуговують 2 публікації у виданнях, індексованих у базі даних Scopus. Наявність таких статей свідчить про високий рівень конкурентоспроможності дослідження, його релевантність сучасним світовим тенденціям і відповідність міжнародним стандартам наукової якості.

Здобуті результати також узагальнено у 1 розділі колективної монографії, що дало можливість систематизувати ключові положення роботи й забезпечити їх доступність для ширшого кола науковців та практиків.

Також автор представив свої напрацювання у формі 11 публікацій у збірниках матеріалів всеукраїнських та міжнародних конференцій. Це забезпечило апробацію результатів у відкритих наукових дискусіях, дозволило отримати незалежні відгуки від фахівців і підтвердило практичну значущість запропонованих рішень.

Варто наголосити, що публікації охоплюють усі ключові етапи виконання роботи – від постановки задач і розробки моделей до створення алгоритмів та їх практичної перевірки. Вони не дублюють одна одну, а послідовно розкривають зміст дослідження, демонструючи його системність та завершеність.

Таким чином, результати дисертації були оприлюднені у повному обсязі, апробовані у науковому та практичному середовищі, а їх висвітлення у публікаціях різного рівня повністю відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

### **Загальна характеристика структури та змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Кранта Д.В. складається з чотирьох розділів, у яких послідовно розкрито шлях від аналізу проблематики до формування нових методів і оцінки їх ефективності.

У першому розділі проведено системний аналіз існуючих підходів до використання шин передачі даних у транспортних системах. Автор не лише описав характеристики CAN, FlexRay та Ethernet, але й окреслив проблемні аспекти їх сумісності, надійності та достовірності, що дозволило чітко сформулювати мету і завдання дослідження.

Другий розділ присвячено побудові математичних моделей та методів оцінювання достовірності даних. Тут розглянуто ймовірнісний підхід до перевірки повідомлень, використано методи байєсівської оцінки, запропоновано транзакційне представлення CAN-повідомлень. Це ядро наукової новизни, що демонструє глибину опрацювання теоретичних основ проблеми.

У третьому розділі запропоновано конкретні алгоритмічні рішення, спрямовані на підвищення надійності передачі даних. Серед них – алгоритм адаптивної фільтрації повідомлень із використанням апостеріорної перевірки та підходи до формалізації структури транзакцій. Автор показав, що моделі з попереднього розділу можуть бути реалізовані у вигляді прикладних методів аналізу й обробки даних у транспортних мережах.

Четвертий розділ зосереджений на оцінці ефективності запропонованих рішень та узагальненні результатів. У ньому розглянуто системні аспекти впровадження

моделей у практику, а також наведено висновки, що відображають досягнення поставленої мети. Саме цей розділ підтверджує завершеність дослідження: автор не лише запропонував нові методи, а й показав їх придатність до застосування у реальних умовах експлуатації транспортних систем.

Загалом структура роботи є логічною та завершеною – від постановки проблеми до створення нових рішень і їх узагальнення. Такий підхід дозволяє оцінювати дисертацію як повне й самостійне наукове дослідження.

### **Зауваження та недоліки дисертаційної роботи**

Незважаючи на високу наукову та практичну цінність дисертації Кранта Данііла Вячеславовича, окремі положення роботи потребують уточнення та можуть бути розвинені у подальших дослідженнях:

1) у першому розділі, присвяченому аналізу сучасного стану проблеми, простежується обмежений обсяг використання зарубіжних джерел останніх років. Хоча автор систематизував велику кількість літератури щодо CAN, FlexRay та Ethernet, однак новітні дослідження у сфері кіберзахисту транспортних систем та архітектур AUTOSAR Adaptive залишилися поза більш глибоким аналізом. Це звужує міжнародний контекст теми.

2) у другому та третьому розділах, де викладено математичні моделі й алгоритми, відчувається надмірна стислість опису окремих положень. Зокрема, у третьому розділі недостатньо розкрито процедуру вибору навчальних вибірок для побудови апріорних шаблонів повідомлень. Для кращого розуміння їх застосовності варто було б подати додаткові приклади або числові ілюстрації.

3) опис прикладів практичного використання у промисловості є дещо узагальненим. Хоча наявність актів упровадження свідчить про реальну апробацію, проте відсутні кількісні характеристики отриманого ефекту (наприклад, зменшення частоти помилок у передачі даних чи економія ресурсів). Такі показники надали б більшої переконливості практичній частині дослідження.

4) у тексті дисертації трапляються стилістичні перевантаження, зокрема довгі складнопідрядні речення, що ускладнюють сприйняття матеріалу. Крім того,

спостерігається непослідовність у вживанні окремих термінів (наприклад, «трафік повідомлень» та «потік повідомлень»), що потребує уніфікації.

Загалом зазначені зауваження мають переважно редакторський і методичний характер. Вони не применшують наукової та прикладної цінності роботи, а лише окреслюють напрями для її подальшого удосконалення.

### **Загальний висновок на дисертаційну роботу**

Дисертаційна робота Кранта Даніїла Вячеславовича «Методи використання шин передачі даних в автоматизованих системах транспортних засобів» є завершеним самостійним науковим дослідженням, яке відзначається актуальністю обраної проблематики, чітко визначеною метою, науковою новизною запропонованих методів та їх практичною значущістю. Автором розроблено і обґрунтовано нові підходи до оцінки достовірності та адаптивного управління потоками повідомлень у мультишинному середовищі.

Робота повністю відповідає пунктам 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а здобувач Крант Даніїл Вячеславович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

### **Рецензент:**

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри авіоніки та  
систем управління Державного університету  
«Київський авіаційний інститут»

Олена ТАЧИНІНА

«20» серпня 2025 р.

