



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. М. С. ЖУКОВСЬКОГО «ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070, тел. (057) 315-10-56, факс (057) 315-11-31  
E-mail: khai@khai.edu, код ЄДРПОУ 02066769

№ \_\_\_\_\_

На № 503/Єз 24.2023 від 24.08.2023

### ВІДГУК

**Офіційного опонента - кандидата технічних наук,  
доцента Ілляшенка Олега Олександровича  
на дисертаційну роботу Горбатюка Сергія Олександровича  
та тему «Методи модельного розроблення та аналізування кібербезпеки  
для інформаційних систем логістики»,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
з галузі знань 12 «Інформаційні технології»  
за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»**

#### **1. Актуальність обраної теми дисертації.**

Ми живемо у епоху глобалізації та зростання обсягу міжнародної торгівлі, тому перед суспільством стоїть гостре питання оптимізації, впорядкування та безпечності роботи в глобальній системі торгівлі та перевезень. При величезному документообороті та необхідності контролю якості товару на всіх етапах перевезення при вимогах високої надійності, унеможливлення шахрайських дій та швидкості обміну інформацією, створення високонадійних міжнародних логістичних систем є однією з важливих задач сучасної науки. Тому перехід на використання розподілених систем (технологія блокчейн) стає необхідністю. В роботі дана задача розглянута на прикладі побудови високонадійних систем для роботи з інформацією на прикладі систем внутрішньої фермерської та міжнародної логістики. Хоч дані системи є доволі надійними, проблема перевірки властивостей безпеки таких систем залишається актуальною.

#### **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Дисертаційна робота Горбатюка С.О. має цілісну структуру, яка починається з поступового введення в розуміння ситуації та огляду новітніх світових практик щодо центрального об'єкту дослідження. Опрацьовано

багато існуючої інформації та надано цілісне розуміння існуючої картини. Далі проведено комплексне дослідження методів створення моделей ефективних контролюючих систем для місцевої фермерської логістики, яка є, в свою чергу, частиною глобальної системи міжнародної логістики, які розглядаються послідовно та в комплексі, що, на мою думку, є цінною особливістю роботи. В роботі поєднано методи формальної верифікації та модельного тестування із циклом розробки логістичних систем. Використовується інсерційне моделювання та моделі логістики, формалізовані в алгебрі поведінок для перевірки властивостей безпеки.

Наукові положення дисертаційної роботи, висновки, методичні рекомендації викладені доступно і зрозуміло, та відповідають меті і завданням дослідження. Завдяки проведеному опрацюванню здобувачем значної кількості вітчизняних та зарубіжних джерел, які відповідають темі дисертації, в роботі вся інформація та висновки мають належне теоретичне, методологічне та емпіричне обґрунтування.

Структура роботи має логічну та послідовну структуру, тема роботи розкрита доступно та в повному обсязі.

### **3. Теоретична і практична значущість результатів роботи.**

У дисертаційній роботі розв'язані актуальні науково-прикладні задачі:

- визначено методіку модельного способу розробки систем з підвищеними вимогами до безпеки, а також методи модельного тестування та верифікації на всіх стадіях розробки таких систем;
- застосовано алгебраїчний підхід та інсерційне моделювання у формалізації, верифікації та модельному тестуванні на прикладі закритої обслуговуючої логістичної системи діючого фермерського господарства та на прикладі відкритої глобальної логістичної системи при міжнародних ланцюжках постачання;
- наведено інсерційну семантику блокчейн-системи та смарт-контрактів, змодельовано дії зловмисників в таких системах;
- застосовано модельний спосіб розроблення на конкретному прикладі створення моделі та відповідної системи управління логістикою в фермерському господарстві;
- узагальнено модельний спосіб розроблення для створення системи контролю документообігу в міжнародних перевезеннях.

**4. Практичне значення отриманих результатів** полягає у впровадженні наукових результатів в практичному використанні, які підтверджені актами впровадження ФГ «Надія», ТОВ «Смарт Трейдинг», ПрАТ «Ксібекс», Херсонського Державного Університету, приватного підприємства ЛітСофт.

## **5. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи опубліковано в 6 наукових працях. Серед них 4 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, 3 – у фахових наукових виданнях. Крім того 6 праць опубліковано в матеріалах і тезах міжнародних та міжвідомчих конференцій (у тому числі 1 одноосібно). Аналіз внеску автора в публікації по питаннях, висвітлених в дисертації, показав, що внесок С.О. Горбатюка є вирішальним.

## **6. Оцінка змісту дисертації, її завершення в цілому.**

Дисертація Горбатюка Сергія Олександровича є завершеною науковою роботою, яка складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Структура і обсяг дисертації: дисертаційна робота складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 94 найменувань. Основний текст роботи викладено на 147 сторінках та 4 додатках на 61 сторінках. Повний обсяг дисертації становить 208 сторінки, в тому числі 2 таблиці та 24 рисунки.

**Вступ** відображає стан наукової проблеми, її значущість, обґрунтування необхідності проведення дослідження, мету, завдання, предмет, об'єкт і методи дослідження, наукову новизну, практичну значущість результатів та публікацій.

У першому розділі «Сучасні системи логістики та модельний метод розробки» розглянуто та вивчено глобальні проблеми, які накопичились в сучасній системі міжнародної логістики, та які можуть бути вирішені за допомогою застосування технології блокчейн та методів модельної розробки систем. Проаналізовано приклади на напрямки прогресивних шляхів використання розподілених систем та смарт-контрактів на їх основі в міжнародній логістиці передовими логістичними операторами, науковими та державними установами. Розглянуто методологію проектування логістичних систем з врахуванням необхідності дотримання властивостей безпеки та надійності протидії шахрайству та атакам зловмисників.

У другому розділі «Алгебраїчний підхід у формалізації, верифікації та модельному тестуванні в системах міжнародної та місцевої обслуговуючої логістики» розкрито основи використання алгебраїчного підходу та інсерційного моделювання при формальній верифікації та формалізації за допомогою тестування на основі моделей. Наведено приклад застосування на практиці алгебри поведінок на прикладі діючої закритої логістичної системи фермерського господарства, наведено приклади запису моделей поведінок агентів. Розглянуто основні властивості безпеки, що

перевіряються в логістичній системі фермерського господарства. Приклад застосування у фермерському господарстві розширено до більш широкого застосування у відкритій системі міжнародної логістики.

У третьому розділі «Перевірка властивостей кібербезпеки в проектуванні логістичних систем на блокчейн платформах» проаналізовано проблеми безпеки в проектуванні логістичної блокчейн платформи. Описано інсерційну семантику блокчейн-системи та в смарт-контрактах змодельовано дії зловмисників у цих системах, формалізовано атаки DAO для розумних контрактів. Запропоновано принципи дій для запобігання атакам при проектуванні блокчейн систем.

Четвертий розділ «Використання модельного способу в розробці індустріальних логістичних систем» описує два приклади використання модельного методу розробки: приклад побудови логістичної системи для фермерського господарства, яка використовує моделювання на рівні моделей вимог. Описано можливості та функціонал створеної системи. Другий приклад стосується формалізації вимог та подальше розроблення для логістичної системи, що визначає та супроводжує функціонування ланцюжка постачання. Розглянуто схему документообігу при мультимодальному міжнародному перевезенні, запропоновано використання модельного способу розробки контракту для моноmodalного перевезення на блокчейн платформі з метою мінімізації ризиків для учасників та запобігання дій шахраїв.

**Висновки** відповідають завданням роботи та змісту основного тексту роботи.

## **7. Недоліки дисертації щодо її змісту і оформлення.**

Констатуючи високий науковий рівень виконання дослідження, його безперечну теоретичну і практичну значимість, слід зауважити, що автору не вдалося уникнути певних недоліків у роботі, а саме:

1) У назві роботи замість «аналізування кібербезпеки» доречніше використувати встановлене в промисловості визначення «аналіз кібербезпеки»;

2) В роботі відсутній перелік акронімів та скорочень, що ускладнює її прочитання;

3) В роботі присутні деякі стилістичні помилки та поодинокі випадки недосконалої перекладу термінів українською мовою, наприклад,

a. Замість «за допомогою формальної верифікації та формалізації за допомогою тестування на основі моделей» треба вказати «формальної верифікації, формалізації та тестування на основі моделей»;

b. В реченні «Алгебра поведінок – це універсальна алгебра двох

видів» використовується поняття «вид», що є некоректно. Насправді, є усталений термін «двосортна алгебра».

4) В анотації вказано, що «розкрито основи використання алгебраїчного підходу та інсерційного моделювання при формальній верифікації та формалізації за допомогою тестування на основі моделей». Насправді, тестування в роботі не представлено. Ймовірно, це є помилка і треба використовувати «розробка на основі моделей», або «верифікація на основі моделей»;

5) У фразі «Ключовою ідеєю є інсерційне функціонування» незрозуміло, що таке «інсерційне функціонування». Краще замінити на «інсерційний підхід».

6) Серед задач зазначено «запропонувати рішення, методи кібербезпеки та алгоритми верифікації для перевірки властивостей цілісних логістичних систем, таких як безпека та життєдіяльність». Пропонується «методи кібербезпеки» замінити на «методи забезпечення кібербезпеки» для підвищення конкретики.

7) В підрозділі 1.7 зазначено, що «Для оцінки безпеки в логістиці використовуються так звані блок діаграми надійності (Reliability Block Diagrams)». Не зрозуміло, чому надано посилання тільки на структурну схему надійності (коректний переклад на українську акроніму RBD), а наступним методам аналізу не приділено жодної уваги: аналіз дерева відмов, подій (Fault Tree Analysis – FTA, Event Tree Analysis – ETA), сімейство методів аналізу режимів відмов та наслідків (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA, FMESA, IMESA, FMEDA, тощо), дослідження небезпек та працездатності (Hazard and Operability Study – HAZOP), а також стохастичні методи аналізу на основі марківських та напів-марківських моделей;

8) В підрозділі 1.7 зазначено, що «Тому при формальній верифікації міжнародних логістичних систем обов'язково проводиться перевірка властивостей стійкості та протидії цих систем кібератакам зловмисників». Не зрозуміло, чому у тексті дисертації немає аналізу використання методів аналізу, та/чи забезпечення кібербезпеки логістичних систем;

9) В тексті дисертації багато разів використовується термін «безпека», але не конкретизується яка саме безпека мається на увазі – кібербезпека, або функційна безпечність;

10) В тексті першого розділу на джерела 69-72 не надано посилань;

11) У назві розділу 2 замість «властивостей кібербезпеки» доречніше використовувати загальноствановлене в світі визначення «характеристики кібербезпеки», або «атрибути кібербезпеки». Також, не зрозуміло, які саме атрибути кібербезпеки (конфіденційність, цілісність, доступність, підзвітність, автунтичність, інш.) розглядаються.

Вищезазначені зауваження та недоліки не є такими, що суттєво впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та на кінцеві висновки. Вони можуть розглядатися у контексті напрямів подальших досліджень.

### 8. Висновок про відповідність дисертації вимогам.

У цілому дисертаційна робота Горбатюка Сергія Олександровича «Методи модельного розроблення та аналізування кібербезпеки для інформаційних систем логістики» є завершеною науково-дослідною роботою, яка за актуальністю, науковою новизною, практичним значенням та обсягом проведених досліджень повністю відповідає вимогам п.6 «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 №44 від 12 січня 2022 року, а дисертант – Горбатюк Сергій Олександрович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент:

доцент кафедри комп'ютерних систем,

мереж і кібербезпеки

Національного аерокосмічного університету

ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

кандидат технічних наук, докторант

24.08.2023

Олег ІЛЛЯШЕНКО

