

## ВІДГУК

опонентки, Кучук Ніни Георгіївни,  
на дисертаційну роботу Землянка Георгія Андрійовича  
«Методи та засоби для забезпечення кібербезпеки системи  
багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих  
кібератак», подану на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 12 Інформаційні технології  
за спеціальністю 125 - Кібербезпека

### 1. Актуальність теми дисертації.

Швидкий темп розвитку технологій та все більше поширення систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів у різних галузях, включаючи військові, комерційні та цивільні сфери, створюють значні виклики у контексті кібербезпеки. Значна кількість оброблюваних даних та їх глобальне розподілення у різних локаціях створюють серйозну вразливість перед потенційними кібератаками. У цьому контексті, розробка ефективних методів та засобів для забезпечення кібербезпеки систем безпілотних апаратів в умовах постійно зростаючих кіберзагроз є насувною потребою. Беручи до уваги надзвичайну складність кіберзлочинності та поширення нових загроз, ігнорування цієї проблеми може мати серйозні наслідки, включаючи порушення приватності, фінансові втрати та навіть можливість фізичної шкоди. Отже, дослідження, проведене Землянко Г.А., є актуальним та важливим у контексті сучасних викликів у галузі кібербезпеки.

### 2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Наукові дослідження виконанні здобувачем на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки *Національного аерокосмічного університету ім. М. С. Жуковського «ХАІ»* в рамках науково-дослідних робіт: «Наукові засади і методи забезпечення гарантоздатності флотів БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних і військових об'єктів» (ДР № 0121U112172, 2021-2023), «Методи, моделі та інформаційні технології підвищення надійності та безпечності складних ІТ-систем на етапах розроблення та впровадження» (ДР № 0121U113842, 2021-2023), «Методи, програмно-апаратні засоби та інформаційні технології розроблення і модернізації гарантоздатних комп'ютерних систем, мереж та ІТ-інфраструктур» (ДР № 0117U05349, 2018-2020), «Методологія сталого розвитку та

інформаційні технології зеленого комп'ютингу та комунікацій» (ДР № 0118U003822, 2018-2020) та у міжнародному проєкті «Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications» (ALIOT, №573818-EPP-1-2016-1-UK-EPPKA2-CBHE-JP, 2016-2019 pp.) за програмою CC ERASMUS +.

### **3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.**

Робота Землянка Г.А. є завершеною науковою роботою, містить анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури та додатки.

Дисертаційне дослідження присвячене одному з ключових аспектів сучасної кібербезпеки - забезпеченню захисту систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах поєднаних кібератак. Це досягається шляхом розробки та впровадження методів та засобів для оцінювання ризиків та вибору ефективних контрзаходів з урахуванням особливостей таких атак.

Об'єктом аналізу є процеси забезпечення кібербезпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів на прикладі різних типів цих апаратів.

Перший розділ роботи присвячено ретельному аналізу еволюції понять і характеристик таких систем, а також їхніх потреб у кібербезпеці. Тут розглянуті етапи технологічного розвитку в даній сфері та визначені сучасні виклики, пов'язані з комбінованими кібератаками. Автор також проаналізував моделі кібербезпеки для різних типів безпілотних апаратів, враховуючи їхню функціональну різноманітність і специфіку експлуатації, а також взаємозв'язок з наявними моделями забезпечення кібербезпеки відповідно до кіберзагроз.

У другому розділі пропонується нова модель кіберфізичної системи, яка описує концептуальну схему, включаючи різні типи апаратів та інформаційну інфраструктуру. Розроблено теоретико-множинне представлення програмно-апаратних компонентів на різних рівнях ієрархії, що враховує загрози, вразливості та атаки.

У третьому розділі удосконалено метод аналізу кіберзагроз і їхньої критичності для кіберфізичних систем, що полягає в детальному описі впливу на різні аспекти безпеки та розробці моделей комбінованих кібератак.



Четвертий розділ присвячено розробці методу вибору контрзаходів, який дозволяє формувати ефективні стратегії захисту кіберфізичних систем від різних загроз.

Висновки, що випливають з кожного розділу, чітко відображають результати дослідження та відповідають поставленим завданням дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». **Наукова новизна одержаних результатів.**

Дисертація представляє собою значний науковий внесок у галузь кібербезпеки. Серед ключових досягнень роботи слід відзначити наступне:

- перше - розробка моделей кіберфізичних систем багатфункційних флотів безпілотних апаратів, які детально описують концептуальну структуру, об'єднуючи різні мобільні підсистеми та інформаційну інфраструктуру. Ці моделі надають можливість теоретико-множинного представлення програмно-апаратних компонентів на різних рівнях ієрархії, враховуючи потенційні загрози та вразливості, що сприяє більш повному аналізу системи та розробці ефективних контрзаходів для захисту активів.

- друге - вдосконалення методу (IMECA) аналізу кіберзагроз та критичності атак на активи кіберфізичних систем багатфункційних флотів безпілотних апаратів. Це досягається через ретельний опис впливу на різні аспекти безпеки та розробку моделей комбінованих послідовно-паралельних кібератак.

- третє - вдосконалення методу вибору контрзаходів для забезпечення кібербезпеки кіберфізичних систем багатфункційних флотів безпілотних апаратів. Це досягається через формування множини контрзаходів з урахуванням різних аспектів кібербезпеки та використання критеріїв вибору.

Зазначені досягнення свідчать про значний внесок дисертанта у забезпечення кібербезпеки систем багатфункційних флотів БПЛА.

#### **5. Достовірність отриманих наукових результатів та висновків.**

Достовірність отриманих наукових та практичних результатів підтверджується шляхом аналізу ризиків, що виникають внаслідок успішних кібератак, застосовуючи якісні і кількісні показники. Даний аналіз виконується

за допомогою матриць критичності, які оцінюють ризики як перед, так і після впровадження відповідних контрзаходів. Додатково, достовірність результатів підтверджується шляхом оцінювання показників кібербезпеки та вибору ефективних контрзаходів у випадках як одиночних, так і комбінованих атак.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

#### **6. Практична цінність одержаних результатів і рекомендації щодо їх подальшого використання.**

Дисертаційна робота має значущу практичну вартість, оскільки її наукові результати можуть бути використані у різних сферах діяльності, зокрема, в науково-дослідних та проєктних установах, ІТ-компаніях, та навчальних закладах для впровадження відповідних курсів. Додатково, ці результати є важливими для організацій, що спеціалізуються у сфері безпеки інформаційних технологій, оскільки вони можуть бути застосовані для зміцнення кібербезпеки та резилієнтності національної критичної ІТ-інфраструктури та захисту інформаційних активів в стратегічних секторах промисловості.

#### **7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність, дотримання принципів академічної доброчесності та повнота викладання вимог наукових положень та результатів в опублікованих працях.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Землянка Г.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 125 – Кібербезпека.

Дисертаційна праця свідчить про вагому наукову прикладну діяльність автора та його вклад у розвиток галузі кібербезпеки та захисту інформації. Відповідно до перевірки на текстові співпадіння, проведеної згідно з вимогами академічної чесності, можна стверджувати, що дисертаційна робота Землянка Георгія Андрійовича відображає результати самостійних досліджень та не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації чи плагіату. Автор чітко посилається на відповідні джерела у використаних ідеях, результатах та текстах інших авторів.

Основні наукові принципи та результати досліджень Землянка Г.А. відображені у семи наукових працях, зокрема, дві статті в наукових фахових виданнях України категорії "Б", три статті у відомих англomовних журналах категорії "А", індексованих у базі даних Scopus (Q3-Q4), та дві статті у



періодичних наукових виданнях, що проіндексовані у базах даних Web of Science та/або Scopus (Q3-Q4). Результати дисертаційної роботи були представлені на п'яти наукових конференціях.

Науковий рівень публікацій автора є достатньо високим, де його особистий внесок в кожній роботі є чітко виокремленим.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

#### **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У розділі 3 використовується метод оцінки загроз ІМЕСА-аналіз без порівняння з іншими аналогічними методами. Чому застосовується саме ІМЕСА методологія?

2. У розділі 3 автором розглядається ієрархічна модель ІМЕСА. Але, в явному вигляді вона не де не показується і не приводиться прикладу її використання.

3. В третьому розділі з підрозділу 3.5 представлена модель оцінювання ризиків комбінованих атак. Але, відсутнє роз'яснення, що в даній роботі мається під даним терміном, і як виявляються ці комбінації атак.

4. На рисунку 4.14 та його опису відсутня інформація, що за результати передаються з кожного етапу та яким чином вони будуть використовуватися.

5. До таблиці 4.2 не має пояснення, як було сформована вартість до контрзаходів і, як експерти будуть його визначати.

В цілому зазначені зауваження та недоліки не є визначними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів проведеної роботи.

#### **9. Висновок.**

Дисертаційна робота Землянка Г.А. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає спеціальності 125 – «Кібербезпека».

Враховуючи важливість теми, отримані результати та їхню практичну значущість, вважаю, що дисертаційна робота "Методи та засоби для забезпечення кібербезпеки системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак" Георгія Андрійовича Землянка

відповідає всім вимогам чинного законодавства України, передбаченим в п.б, 7, 8, 9 "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", від 12 січня 2022 року № 44 зі змінами та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40. Сам автор, Георгій Андрійович Землянко, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 125 – "Кібербезпека".

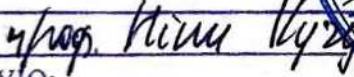
Опонентка:

професорка кафедри комп'ютерної  
інженерії та програмування  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»  
доктор технічних наук, професор

 Ніна КУЧУК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року



Підпис   
**ЗАСВІДЧУЮ:**  
 ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР  
 НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
 "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
 \_\_\_\_\_  
 " \_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ЗАЙЦЕВ Ю. І.