

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Пояснювальна записка**  
**до кваліфікаційної роботи**  
(тип кваліфікаційної роботи)

\_\_\_\_\_магістра

(освітній ступінь)

на тему «Виявлення та супроводження військових об'єктів з дрону за  
допомогою методів машинного навчання»

XAI.302.367.23O.122.193089 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 367  
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація  
обробки інформації та управління

\_\_\_\_\_Олійник Я.Д.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: \_\_\_\_\_доц. каф. 302, к.т.н.

\_\_\_\_\_Малєєва Ю.А.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_Чалий С.Ф.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2023

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського**  
**«Харківський авіаційний інститут»**

Факультет систем управління літальних апаратів  
 Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
 Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
 (код та найменування)  
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
 Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**Олег ФЕДОРОВИЧ**

(підпис) (ім'я та прізвище)  
 «07» листопада 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Олійник Ярослав Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Виявлення та супроводження військових об'єктів з дрону за допомогою методів машинного навчання

керівник кваліфікаційної роботи Малєєва Ю.А., к.т.н., доц. каф. 302,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 1968-уч. від «06» листопада 2023 року

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 10.01.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) датасети з об'єктами військової техніки, фото та відеоматеріали з відкритих джерел, що містять об'єкти військової техніки

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)

5. Перелік графічного матеріалу дрони зі штучним інтелектом для бойових завдань в ЗСУ; ціль та задачі дослідження; сценарій 1. Розвідувальні операції; сценарій 2. Охорона критичної інфраструктури; сценарій 3. Виявлення ДРГ; сценарій 4. Виконання диверсійних та бойових задач; розпізнавання військової техніки та трекінг; наземне та бортове рішення; проблеми та обмеження автоматизації використання аерофотознімків; основні етапи; детектор YOLOv8;

датасет; результати навчання; приклади передбачення; особливості програмної реалізації взаємодії з БПЛА через DroneKit; аналіз результатів виявлення військових об'єктів; демонстрація розпізнавання танків на розглянутих відеофрагментах

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

| Розділ                    | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                           |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| з основної частини        | Малєєва Ю. А. доц. каф. 302               |                |                  |
| з спеціального розділу    | Малєєва Ю. А. доц. каф. 302               |                |                  |
| з економіки та управління | Малєєва Ю. А. доц. каф. 302               |                |                  |

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Олександр ПРОХОРОВ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис) (імя та прізвище)

7. Дата видачі завдання «\_10\_» вересня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                                                                                     | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| 1     | АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДАНИМИ РІЗНИХ ВИДІВ РОЗВІДКИ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ | 10.09 – 20.09                                 |          |
| 2     | ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ДРОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ                            | 21.09 – 28.09                                 |          |
| 3     | РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ                           | 29.09 – 20.11                                 |          |
| 4     | ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ                                                                     | 21.11 – 20.12                                 |          |
| 6     | ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ                                                                                                   | 20.12 – 25.12                                 |          |

Студент \_\_\_\_\_ Ярослав ОЛІЙНИК  
(підпис) (імя та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Юлія МАЛЄЄВА  
(підпис) (імя та прізвище)

УДК 004.8

## РЕФЕРАТ

Виявлення та супроводження військових об'єктів з дрону за допомогою методів машинного навчання – Олійник Ярослав, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 70, кількість таблиць 14, кількість рисунків 32, кількість джерел літератури 20.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** дрони, виявлення об'єктів, військова техніка, машинне навчання, детектор.

**ЦІЛЬ:** виявлення та відстеження військової техніки з дрону у режимі реального часу.

**ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** процеси аналізу зображень та відео для вирішення задач виявлення об'єктів.

**ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** методи, моделі та засоби виявлення об'єктів військової техніки для дрону в режимі реального часу.

**ЗАДАЧІ:** аналіз особливостей розпізнавання об'єктів за даними різних видів розвідки та дистанційного моніторингу; аналіз алгоритмів виявлення об'єктів на основі безпілотних літальних апаратів; проектування інтелектуальної системи розпізнавання військової техніки з дрону; вибір датасету; навчання попередньо навченої моделі; оцінка результатів виявлення об'єктів; вирішення задачі інтеграції з бортовим комплексом дрону; проведення експериментів.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ:** методи штучного інтелекту, методи комп'ютерного зору.

**ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ:** розроблено програмне забезпечення виявлення та відстеження військової техніки на основі методів машинного навчання, що можна використовувати у військових операціях для виявлення та відстеження техніки противника та стеження за нею.

UDC 004.8

## **ABSTRACT**

Detection and tracking of military objects from a drone using machine learning methods – Yaroslav Oliynyk, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 70, amount of tables 14, amount of figures 32, amount of literature’s sources 20.

**KEYWORDS:** drones, object detection, military equipment, machine learning, detector.

**PURPOSE OF RESEARCH:** detection and tracking of military equipment from a drone in real time.

**OBJECT OF RESEARCH:** image and video analysis processes to solve object detection problems.

**SUBJECT OF RESEARCH:** methods, models and means of detecting objects of military equipment for a drone in real time.

**TASKS:** analysis of features of object recognition based on the data of various types of intelligence and remote monitoring; analysis of object detection algorithms based on unmanned aerial vehicles; designing an intelligent system for recognizing military equipment from a drone; dataset selection; training of a previously trained model; assessment of object detection results; solving the problem of integration with the on-board complex of the drone; conducting experiments.

**METHODS OF RESEARCH:** methods of artificial intelligence, methods of computer vision.

**RESULTS:** military equipment detection and tracking software has been developed based on machine learning methods, which can be used in military operations to detect and track enemy equipment and track it.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                                           | 7  |
| 1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДАНИМИ<br>РІЗНИХ ВИДІВ РОЗВІДКИ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЗЕМНОЇ<br>ПОВЕРХНІ..... | 9  |
| 1.1 Задачі розпізнавання об'єктів у військових застосуваннях.....                                                                    | 9  |
| Висновки за розділом.....                                                                                                            | 12 |
| 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ<br>ДРОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....                               | 13 |
| 2.1 Концепція та архітектура пропонованого рішення.....                                                                              | 13 |
| 2.2 Проблеми виявлення військових транспортних засобів з БПЛА.....                                                                   | 14 |
| 2.3 Огляд моделей машинного навчання для виявлення об'єктів.....                                                                     | 18 |
| Висновки за розділом.....                                                                                                            | 24 |
| 3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА<br>ВІДСТЕЖЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....                              | 25 |
| 3.1 Опис датасету.....                                                                                                               | 25 |
| 3.2 Вирішення задачі виявлення об'єктів.....                                                                                         | 25 |
| 3.3 Опис роботи з дроном за допомогою DroneKit.....                                                                                  | 32 |
| 3.3.1 Підключення до БПЛА.....                                                                                                       | 32 |
| 3.3.2 Стан БПЛА та налаштування.....                                                                                                 | 33 |
| 3.3.3 Особливості програмної реалізації взаємодії з БПЛА через DroneKit.....                                                         | 36 |
| Висновки за розділом.....                                                                                                            | 38 |
| 4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ.....                                                                           | 39 |
| 4.1 Аналіз результатів виявлення військових об'єктів.....                                                                            | 39 |
| Висновки за розділом.....                                                                                                            | 44 |
| 5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....                                                                                                            | 45 |
| 5.1 Мета розділу.....                                                                                                                | 45 |
| 5.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту<br>(перший варіант).....                                      | 45 |
| 5.3 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту<br>(другий варіант).....                                      | 50 |
| Висновки за розділом.....                                                                                                            | 54 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                                        | 56 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....                                                                                                                | 57 |
| ДОДАТОК А. Графічні матеріали.....                                                                                                   | 59 |

## ВСТУП

### **Актуальність теми дослідження.**

Сьогодення демонструє гостру потребу в розвідці в режимі реального часу – і це вимагає технологій спостереження з підтримкою штучного інтелекту, включаючи захоплення рухомих зображень для виявлення загроз і визначення місцезнаходження та координат цілі.

Зростаюче використання безпілотних літальних апаратів в армії започаткувало нову епоху дистанційного бою.

Тому створення інтелектуальних систем розпізнавання об'єктів за даними різних видів розвідки та дистанційного моніторингу земної поверхні сьогодні є актуальним та важливим завданням.

Виявлення військових об'єктів є незмінним і складним завданням, яке включає їх відстеження та спостереження за будь-якою територією чи регіоном.

Складність полягає у тому, що обробка графічної інформації в реальному часі потребує великих обчислень. А точність детектора має бути якомога більшою. Тому необхідні ефективні алгоритми та техніки.

**Мета дослідження** – виявлення та відстеження військової техніки з дрону у режимі реального часу.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- аналіз особливостей розпізнавання об'єктів за даними різних видів розвідки та дистанційного моніторингу;
- аналіз алгоритмів виявлення об'єктів на основі безпілотних літальних апаратів;
- проектування інтелектуальної системи розпізнавання військової техніки з дрону;
- вибір датасету;
- навчання попередньо навченої моделі;
- оцінка результатів виявлення об'єктів;
- вирішення задачі інтеграції з бортовим комплексом дрону;
- проведення експериментів.

**Об'єкт дослідження** – процеси аналізу зображень та відео для вирішення задач виявлення об'єктів.

**Предмет дослідження** – методи, моделі та засоби виявлення об'єктів військової техніки для дрону в режимі реального часу.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблено програмне забезпечення виявлення та відстеження військової техніки на основі методів машинного навчання, що можна використовувати у військових операціях для виявлення та відстеження техніки противника та стеження за нею.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра.** Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та переліку посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 70 сторінок, в тому числі: 32 рисунки; 14 таблиць; 1 додаток на 12 сторінках; перелік посилань з 20 найменувань на 2 сторінках.