УДК 004.046:[004.896:005.8] DOI: https://doi.org/10.30837/IYF.IIS.2024.246

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЗБРОЇ У ВИГЛЯДІ РОЮ ДРОНІВ

Потерайло Г. О., Радченко Є. П., Демиденко С. О., Точилов А. М.
Науковий керівник – к.т.н., доцент Момот М. О.
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», каф. комп'ютерних наук та інформаційних технологій, м. Харків, Україна
e-mail: m.momot@khai.edu

The task of studying the use of a swarm of strike drones in modern hybrid warfare is posed and solved. The relevance of the research is associated with innovative weapons that can increase the effectiveness of combat operations on the battlefield. The choice of actual enemy targets is made to defeat a swarm of drones. A swarm of drones is formed, taking into account the combat potential necessary to defeat enemy targets. An algorithm is created for finding a rational flight route for strike drones in conditions of anti-drone actions. An agent-based simulation model of the flight of a swarm of drones is being developed.

Сучасна гібридна війна пов'язана з використанням інноваційних технологічних рішень. Безпілотні летальні апарати (БПЛА) є одним з актуальних елементів в проведенні бойових дій. Особливо ефективно БПЛА проявляються, коли дрони згортаються в рій. Тому актуальна тема доповіді, в якій наведені результати дослідження логістичних дій, пов'язаних з використанням рою дронів у військових діях.

Метою дослідження є створення комплексу моделей для розробки інформаційної технології планування бойових дій ударних дронів (дронів-камікадзе) з використанням рою. Складність завдання потребує розробки комплексу моделей для вирішення послідовності задач:

1. Аналіз множини цілей противника для виявлення актуальних.
2. Оцінка бойового потенціалу (P_Q), необхідного для ураження актуальних цілей.
3. Формування рою дронів з бойовим потенціалом $P_M \geq P_Q$.
4. Розподіл у польоті рою дронів на групи для ураження цілей противника.
5. Формування маршрутів польоту групи дронів з урахуванням можливих протидронових дій противника.
6. Формування хвиль дронів для повного ураження цілей противника.

Для формування складу актуальних цілей використовується метод теорії комбінаторики у вигляді окремого випадку для підрахунку кількості можливих варіантів $K = 2^N - 1$, де N – множина цілей противника. Використовуючи двійковий лічильник формуються всі можливі варіанти

складу цілей. Вибір оптимального складу цілей здійснюється шляхом вирішення оптимізаційної задачі з урахуванням $P_M \geq P_Q$.

Для розподілу рою дронів в польоті на групи формуються локально зосереджені множини цілей, які атакуються групами ударних дронів. При цьому для кожної *i*-ої групи дронів необхідно виконати вимогу $P_{M_i} \geq P_{Q_i}$. Для планування польоту рою дронів формується мапа у вигляді множини зон польоту з навігаційними точками для корекції польоту. Для пошуку найменш небезпечних маршрутів польоту розроблено оригінальний алгоритм, заснований на русі заявок (дронів) по можливим зонам польоту у вигляді клонів, які конкурують між собою. Аналіз результатів атаки рою дронів по цілях противника дозволяє виявити цілі, які не уражені або не повністю уражені. Тому можливе формування хвиль роїв дронів для нового ураження цілей противника. Створена імітаційна модель польоту дронів до цілей противника, яка сформована на платформі Any Logic у агентному вигляді. Запропонований підхід дозволяє на стадії планування оперативно-тактичних військових дій виділити актуальні цілі для нанесення масованого удару по військових об’єктах противника.

Використані в роботі математичні методи та моделі:

- системний аналіз для формування послідовності логістичних дій;
- метод комбінаторики для формування множини варіантів цілей;
- метод цілочисельної (булевої) оптимізації для мінімізації часу та ризиків, досягнення цілей групами ударних дронів;
- метод багатокритеріальної оптимізації для вибору компромісного варіанту руху польоту ударних дронів до актуальних цілей;
- метод імітаційного моделювання маршрутів польоту дронів та їх розподілу на групи;
- агентне моделювання для управління логістичними діями, які пов’язані з формуванням рою ударних дронів та розподілу їх на групи.

Список використаних джерел:

1. Fedorovich O., Lukhanin M., Prokhorov O., Slomchynskyi O., Hubka O., Leshchenko Yu. Simulation of arms distribution strategies by combat zones to create military parity of forces. Radioelektronni i komp'uterni sistemi – Radioelectronic and computer systems, 2023, no. 4. P. 209-220. DOI: 10.32620/reks.2023.4.15 (дата звернення: 10.03.2024).

2. Lv H., Liu F., Yuan N. C. Drone Presence Detection by the Drone’s RF Communication. Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 1738, article no. 012044. DOI: 10.1088/1742-6596/1738/1/012044 (дата звернення: 10.03.2024).

3. Guo J., Wang L., Wang X. A Group Maintenance Method of Drone Swarm Considering System Mission Reliability. Drones, 2022, vol. 6, iss. 10, article no. 269. DOI: 10.3390/drones6100269 (дата звернення: 10.03.2024).