

Іванова Кіра Ігорівна, курсант ХНУВС

Науковий керівник – **Янковський Олег Георгійович**, старший викладач кафедри тактико-спеціальної підготовки ХНУВС

РОЇ ДРОНІВ: РОЗВИТОК СТРУКТУРИ, ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ ТА СИСТЕМИ ПРОТИДІЇ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Стрімкий прогрес у сфері безпілотних технологій зумовив корінну трансформацію воєнної доктрини провідних держав світу. Класична концепція застосування поодиноких безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) під прямим керуванням оператора поступово вичерпує свій потенціал в умовах надщільного радіоелектронного придушення. Сучасна парадигма ведення бойових дій зміщується у бік автономізації, масовості та інтелектуальної взаємодії. Найперспективнішим цього прогресу є рої дронів – інтегровані системи, здатні діяти як єдиний організм для виконання складних оперативно-тактичних завдань [1].

На сьогодні у нормативно-правовому та науковому просторі триває дискусія щодо уніфікації термінології, що дещо ускладнює практичне впровадження технологій. Наприклад, Федеральне авіаційне управління США (FAA) інтерпретує рій як «одночасне функціонування кількох БПЛА, що керуються одним оператором через спільне з'єднання», акцентуючи увагу на централізованому підході [1]. Натомість більшість профільних дослідників наполягають на децентралізованій природі справжнього рою: кожен окремий дрон приймає рішення локально на основі базових алгоритмів, а складна синергетична поведінка всієї системи виникає безпосередньо в процесі їхньої взаємодії.

Структура побудови рою визначає специфіку поширення інформаційних потоків та команд управління між елементами системи. У сучасній практиці виділяють три базові моделі [1; 2]:

Таблиця 1

Порівняльна характеристика структури моделей рою

Тип структури	Опис та принцип функціонування	Переваги	Недоліки
Централізована	Єдиний керуючий вузол (пілот або наземний командний пункт) транслює директиви всім одиницям рою через спільний радіоканал	Максимальна керованість процесом, простота координації дій	Наявність критичної точки відмови: придушення або знищення контролера повністю паралізує систему
Децентралізована	Кожен дрон приймає рішення самостійно, спираючись на дані власних сенсорів та інформацію від найближчих «сусідів»	Відсутність єдиної вразливої точки, надзвичайна гнучкість та стійкість до втрат елементів	Складність прогнозування загальної поведінки рою, високі вимоги до алгоритмів взаємодії
Гібридна	Комбінований підхід: оператор визначає високорівневі завдання для лідерів груп, які автономно координують локальні підгрупи	Оптимальний баланс між людським контролем та автономністю; мінімізація ризику раптового колапсу системи	Ускладнення протоколів передачі даних між різними ієрархічними рівнями управління

Практичне розгортання роевих структур у сучасних збройних конфліктах вимагає інтеграції комплексу складних, наукомістких технологій, що забезпечують їхню автономність та живучість. Технологічний базис таких систем охоплює захищені від завад канали зв'язку, які через дрони-ретранслятори нівелюють вплив ворожого РЕБ, а також розподілене сенсорне поле з оптичних датчиків та ЛІДАР-систем для формування єдиної тактичної карти [3]. Центральним елементом виступає бортовий штучний інтелект (Edge AI), який дозволяє виконувати ресурсомісткі алгоритми комп'ютерного зору, динамічно розподіляти завдання всередині групи й розпізнавати цілі без постійного зв'язку з командним пунктом [4].

Додатково високу ефективність рою гарантують системи альтернативної навігації (зокрема алгоритми SLAM та візуальна інерціальна локалізація), які замінюють вразливі супутникові сигнали GPS, а також передова автономна бортова енергетика – високотехнологічні акумулятори та місткі паливні елементи, що дозволяють суттєво розширити радіус дії та час патрулювання апаратів [3; 4].

Головна перевага роїв БПЛА на сучасному полі бою полягає в асиметричному насиченні повітряного чи наземного простору великою кількістю відносно дешевих засобів ураження, що викликає катастрофічне функціональне перевантаження й виснаження класичних систем протиповітряної оборони противника [3]. Завдяки децентралізації втрата окремих одиниць не знижує загальну боєздатність системи, а реалізація принципу управління «один-до-багатьох» дозволяє суттєво мінімізувати залучення особового складу – один оператор отримує можливість координувати десятки автономних одиниць [1]. Оскільки жодна традиційна система ППО не здатна гарантувати абсолютний захист від масованого нальоту, провідні аналітичні центри рекомендують розгортання багатошелонованих «куль захисту» (Counter-Swarms) [3]. Цей комплекс заходів передбачає інтеграцію зброї спрямованої енергії (DEW), зокрема мікрохвильових випромінювачів та лазерів для випалювання бортової електроніки, багатопозиційних пасивних систем радіолокації та засобів РЕБ для переривання міждронових зв'язків, а також обов'язкове впровадження штучного інтелекту в контури управління ППО (AI C2) для миттєвого автоматизованого розподілу вогневих засобів в умовах високої динаміки атаки [3].

У результаті дослідження ройових БПЛА у сучасних конфліктах сформульовано такі висновки. Децентралізована структура на базі бортового штучного інтелекту є найбільш життєздатною оскільки дозволяють дронам самостійно розподіляти завдання безпосередньо в процесі виконання місії. Реалізація цього концепту вимагає інтеграції наукомістких технологій тактичній асиметрії масоване насичення простору дешевими апаратами призводить до функціонального перевантаження та виснаження класичних систем ППО противника. З огляду на неефективність кінетичних засобів перехоплення перспективна стратегія протидії трансформувалася в базовий інструмент забезпечення національної безпеки а стратегічну перевагу мати та сторона яка створити найстійкіші алгоритми колективної взаємодії техніки та ефективні комплекси для їх придушення.

Список використаних джерел

1. Kallenborn Z. Swarm Talk: Understanding Drone Typology. Modern War Institute. 2021. Dec. 10. URL: <https://mwi.westpoint.edu/swarm-talk-understanding-drone-typology/>
2. Price R. E. Defining Swarm: A Critical Step Toward Harnessing Power of Autonomous Systems. *Military Review*. 2025. May. URL: <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/Online-Exclusive/2025/Defining-Swarm/Defining-Swarms-UA.pdf>
3. Pettyjohn S., Campbell M. Countering the Swarm: Protecting the Joint Force in the Drone Age. *Center for a New American Security (CNAS)*. 2025. Sept. 10. URL: <https://www.cnas.org/publications/reports/countering-the-swarm>
4. Kaluderovic C. The coming compute war in Ukraine. *Atlantic Council*. 2026. March 16. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/content-series/the-big-story/the-coming-compute-war-in-ukraine/>