

Інтелектуальні системи прогнозування та підтримки рішень у військових операціях

Богдан Волошук, студент¹ (ORCID: 0009-0000-9177-3620), Павел Поліщук, студент¹ (ORCID: 0009-0000-7074-1101),
Олексій Мацієвський, асистент¹ (ORCID: 0009-0008-2341-8166)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

У роботі розглядаються ключові напрями застосування штучного інтелекту (ШІ) у військовій сфері України: від FPV-дронів із автоматичним доведенням на ціль під активним впливом засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) до цифрових систем ситуаційної обізнаності й управління вогнем. Показано, що інтеграція комп'ютерного зору, автономної навігації без GPS і аналітики відеопотоків дозволяє зменшити залежність від каналів зв'язку та підвищити живучість систем у насиченому РЕБ середовищі. Окремо проаналізовано українські екосистеми DELTA, Kropуva та GIS Arta, а також роль державного кластеру Brave1 у швидкому доведенні інновацій до фронту. Узагальнено технічні, організаційні й етико-правові виклики (ІПП/МГП, «людина в контурі») і запропоновано напрями подальшого розвитку.

Ключові слова: штучний інтелект, FPV-дрони, РЕБ, комп'ютерний зір, автономна навігація, DELTA, Kropуva, GIS Arta, Brave1, міжнародне гуманітарне право.

1. ВСТУП

Повномасштабна війна створила безпрецедентно насичене дронами й РЕБ середовище, де швидкість замикання «сенсор-шутер» і стійкість каналів управління визначають успіх. Україна вибудувала «програмно-визначену» модель ведення бою: від масового виробництва FPV-платформ до цифрових C2-систем, що об'єднують розвіддані, відео з БпЛА та планування вогню в єдиному інформаційному просторі. Саме ШІ — у вигляді комп'ютерного зору, автосупроводу цілей і відеоаналітики — дозволяє підвищувати точність і автономність у разі втрати зв'язку та GPS.

2. МЕТА РОБОТИ

Мета — системно описати можливості й обмеження використання ШІ у ЗСУ, зосередившись на:

1. FPV-дронах із «lock-on/terminal guidance» під РЕБ;
2. цифрових платформах ситуаційної обізнаності (DELTA) та вогневого управління (Kropуva, GIS Arta);
3. технічних і правових ризиках, а також інституційних механізмах доведення інновацій (Brave1).

3. FPV-ДРОНИ З ДОВЕДЕННЯМ НА ЦІЛЬ ПІД ПОДАВЛЕННЯМ РЕБ

Ключова проблема FPV — масоване глушіння каналів керування та навігації, що призводить до втрат значної частини апаратів до моменту ураження цілі. Відповіддю стали модулі автоматичного виявлення/захоплення та термінального наведення: оператор позначає ціль, після чого бортовий ШІ (YOLO-подібна детекція, трекинг) доводить дрон у зону ураження без постійного радіоканалу. Польові тести таких систем в Україні фіксуються з 2024 р., а у 2025 р. — їх серійніше впровадження; практично це знижує чутливість до РЕБ саме на «останній милі» [1].

Публічно задокументовані режими роботи демонструють перехід у RXLOSS (втрата сигналу) з активацією допоміжних функцій стабілізації (RCSMOOTHING) і підказок оператору для переходу в

«автоатаку»; після «захоплення» дрон самостійно виконує термінальне наведення. Такі алгоритми показали живучість навіть за переривчастого відеопотоку під впливом РЕБ [1].

Паралельно випробовуються рішення з волоконно-оптичним керуванням (відсутність радіовипромінювання ⇒ фактична невразливість до РЕБ), що слугують «проламувачами» захищених ділянок, але мають обмеження щодо тривалості польоту та ризик обриву кабелю [2].

4. РЕБ ПРОТИВНИКА: ЗАГРОЗИ ТА УКРАЇНСЬКІ КОНТРАХОДИ

Російські системи типу Pole-21 і R-330Zh «Житель» створюють широkozонне глушіння GNSS і каналів управління, ускладнюючи роботу БпЛА і високоточної зброї. Документально підтверджено як сам факт регіональних збоїв GNSS у Європі, так і знищення таких станцій ударами України. Це пояснює увагу до навігації без GPS (візуально-інерціальні, зіставлення зображень із еталоном, оптика/ЛІДАР) та до «останньої милі» з комп'ютерним зором.

Українські розробники інтегрують візуально-інерціальну навігацію й DSMAC-подібні методи зіставлення рельєфу у малорозмірні ОВА/«мікро-крилаті» БпЛА для забезпечення точного виходу в умовах глушіння/спуфінгу, включно з низьковисотним профілем і термінальним наведенням.

5. ЦИФРОВІ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТА УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ

DELTA еволюціонувала від «цифрової мапи» до багатомодульної екосистеми, яка консолідує дані від безпілотників, супутників, сенсорних мереж і партнерської розвідки, забезпечує захищений обмін, відеоаналітику (модуль «Вежа») та планування місій БпЛА, включно з координацією зон і маршрутів у насиченому РЕБ/ППО просторі. Система пройшла випробування на CWIX, інтегрується з артсистемами партнерів і вже застосовується на всіх рівнях Сил оборони [3].

GIS Arta і Kropуva як «артилерійські Uber» замикають сенсори й ефектори в хвилинні цикли: від виявлення цілей до розподілу вогневих задач по батареях, суттєво

скорочуючи час реакції й підвищуючи точність навіть при розосередженні засобів. У сукупності із Starlink/радіомережами вони забезпечили швидке «цифрове згортання» вогню в ключові періоди кампаній.

6. ІНДУСТРІАЛЬНА ЕКОСИСТЕМА ТА ДОВЕДЕННЯ ІННОВАЦІЙ

Державний кластер Brave1 створив «конверс боеготовності»: від грантів і польових тестів до кодифікації та масштабування (включно з БпЛА, РЕБ, робототехнікою). Демодні та випробування фокусуються на ударних FPV 40+ км, EW-стійких каналах і автономії. Повідомляється про реалізацію «материнських» платформ-носіїв, які доставляють автономні FPV на сотні кілометрів у глибини противника, із візуально-інерціальною навігацією без GPS [4].

Окремі ініціативи українських команд (наприклад, «дика оса»/ін. волонтерські групи) демонструють lock-on/track на FPV із доступною апаратурою (Orange Pi, Google Coral, Raspberry Pi Zero), що стримує вартість і прискорює масштабування. Галузеві огляди відзначають краще зростання ефективності ударів за помірною подорожчання окремих блоків.

7. ЕТИЧНІ ТА ПРАВОВІ ВИКЛИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ІШ

Міжнародне гуманітарне право (МГП) поширюється на будь-які автономні системи; триває робота Групи урядових експертів К333 (CCW) над елементами майбутнього інструменту щодо летальних автономних систем. Рішення ГА ООН і аналітичні огляди підкреслюють вимогу значущого людського контролю над застосуванням сили та ризику «зниження порога війни». Для України, яка практикує «часткову автономію» з людиною в контурі ухвалення рішення про ураження, ці рамки є важливими для стандартизації і легітимності [5].

8. ПОТОЧНІ ОБМЕЖЕННЯ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ

Техніка і дані. Автономія залежить від якості сенсорики та датасетів (денні/нічні умови, дим/перешкоди), стійкості обчислювачів до вібрацій і ЕМ-перешкод, а також від методів навігації без GNSS (VIO, оптичне зіставлення, зоряні трекери тощо). Потрібні стандартизовані «last-mile» модулі для різних носіїв — від FPV до «мікро-крила».

Інтеграція в C2. DELTA, GIS Arta та Кгорува мають еволюціонувати до ще тіснішої «сенсор-шутер» інтеграції з урахуванням РЕБ-карти місцевості, де модуль планування місій БпЛА автоматично обирає коридори радіотиші, повторювачі й режими наведення (радіо/опто/волокно).

Безпека й відповідальність. Необхідні доктрини тестування/валідації ІШ для бойових застосувань (в т.ч. explainability на рівні місій), фіксація «людини в контурі» для застосування смертоносної сили, прозорі ланцюги відповідальності та аудит даних/логів. Ці підходи узгоджуються із глобальним рухом до правового інструменту щодо автономних систем.

Індустріальні пріоритети. Продовжувати інвестування в EW-стійкі платформи (багатодіапазонні канали, волокно), уніфіковані ІШ-модулі термінального наведення, навігацію

без GNSS і в здешевлення обчислювачів «на борту». Державні ініціативи (Brave1, «AI-шлюз» Мінцифри) мають пришвидшувати сертифікацію, кодифікацію та експорт оборонних рішень.

9. ВИСНОВКИ

ІШ вже став критичним мультиплікатором бойових спроможностей України. FPV-дрони з автоматичним доведенням на ціль зменшують залежність від радіоканалів і підвищують результативність ударів у щільному полі РЕБ; волоконно-оптичні рішення доповнюють їх там, де потрібна абсолютна радіотиша. Паралельно, DELTA, Кгорува та GIS Arta забезпечують швидке замикання «сенсор-шутер», а аналітика відеопотоків і візуально-інерціальна навігація пом'якшують наслідки GNSS-глушіння. Водночас залишаються нерозв'язаними задачі стандартів безпеки ІШ, тестування, етичної наглядності та формалізації «людини в контурі» відповідно до МГП і майбутніх міжнародних норм. Рекомендовано:

1. масштабувати стандартизовані модулі «last-mile» для FPV/літаючих крил;
2. поглиблювати інтеграцію ІШ-сервісів у DELTA з урахуванням РЕБ-карти і логістики повторювачів;
3. розвивати індустріальну екосистему (Brave1) як «єдиний віконний» шлях від НДЦКР до фронту, включно з кодифікацією і експортом;
4. брати активну участь у виробленні міжнародних правил щодо автономних систем, зберігаючи значущий людський контроль за застосуванням летальної сили.

Список джерел

- [1] Militaryni. “Ukraine Tests FPV Drone with Target Detection, Lock-On, and Tracking System.” URL:<https://militaryni.com/en/news/ukraine-tests-fpv-drone-with-target-detection-lock-on-and-tracking-system/>
- [2] TechUkraine. “Ukraine’s Drone Revolution: AI-Powered, EW-Resistant, and Fiber-Optic Innovations.” URL:<https://techukraine.org/2025/01/08/ukraines-drone-revolution-ai-powered-ew-resistant-and-fiber-optic-innovations/>
- [3] Defense Express. “Delta Deployed Across All Ukrainian Security and Defense Units.” URL:https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/delta_situational_awareness_system_deployed_across_all_ukrainian_security_and_defense_units-11652.html
- [4] Brave1 – Ukrainian Defense Innovations. URL:<https://brave1.gov.ua/en/>
- [5] ICRC. “Autonomous Weapon Systems Under International Humanitarian Law (Legal Perspective).” URL:<https://www.icrc.org/en/document/autonomous-weapon-systems-under-international-humanitarian-law>