

дезорганізація систем противника. Особливу роль відіграють засоби протидії безпілотникам, адже дрони активно використовуються для розвідки, коригування вогню та ударних операцій. Відповідно, розробляються системи виявлення, глушіння та перехоплення управління БпЛА. Крім того, РЕБ дедалі більше інтегрується з іншими технологіями, зокрема штучним інтелектом, що дозволяє автоматично виявляти загрози в електромагнітному спектрі, адаптуватися до змін середовища та швидко реагувати на дії противника. Це знижує навантаження на операторів і підвищує швидкість прийняття рішень. У результаті електромагнітний спектр фактично стає окремим полем бою, а перевага в ньому визначає успіх операцій так само, як і домінування на землі, у повітрі чи на морі. З огляду на це, країни значно збільшують інвестиції в розвиток засобів РЕБ, приділяючи особливу увагу мобільності, автономності та стійкості систем до ворожого впливу. У підсумку саме здатність забезпечити безперервність управління, захист комунікацій і ефективне порушення систем противника стає критичним фактором не лише успішного ведення бойових дій, а й виживання військ у сучасній війні.

Отже, автономність і роботизація, зокрема масове використання дронів, кардинально змінюють характер сучасної війни: вони підвищують ефективність операцій, зменшують ризики для військових і роблять технологічну перевагу вирішальним фактором успіху на полі бою.

Суслов Роман Володимирович

викладач кафедри розвідки

капітан

Київський інститут Національної гвардії України

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТАКТИЧНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ВИСОКОІНТЕНСИВНОГО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРОТИСТОЯННЯ: АВТОНОМІЗАЦІЯ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА НОВІ АРХІТЕКТУРНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Сучасна стадія ведення бойових дій характеризується досягненням безпрецедентного рівня прозорості поля бою, оскільки повсюдне застосування розвідувальних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у поєднанні з високоточними засобами ураження практично нівелювало можливість прихованого маневрування та концентрації військової техніки. Унаслідок стрімкого насичення лінії зіткнення засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ) традиційні канали радіочастотного керування безпілотниками зазнають систематичного придушення, через що ефективність класичних FPV-дронів з ручним керуванням знижується до критичних 10–20%. Цей фактор зумовив вихід технологічного протистояння на новий рівень, де ключовим чинником живучості безпілотних платформ стає їхня автономізація та повна незалежність від зовнішніх сигналів зв'язку та супутникової навігації.

Для подолання бар'єра радіочастотного придушення розробники обох сторін інтегрують у бортові системи алгоритми штучного інтелекту й комп'ютерного зору,

що функціонують на базі компактних мікропроцесорів класу Nvidia Jetson або Raspberry Pi. Застосування таких методів, як оптичний потік (Optical Flow) та візуально-інерціальна одометрія (Visual-Inertial Odometry), дозволяє БПЛА здійснювати точну навігацію за орієнтирами на поверхні землі без використання супутникових систем навігації (GNSS), які в зоні бойових дій піддаються безперервному спуфінгу та глушінню. На тактичному рівні українські розвідувально-ударні комплекси типу Saker Scout та спеціалізоване програмне забезпечення Eagle Eyes забезпечують автономне виявлення, класифікацію та геокартування десятків видів ворожої техніки навіть за умов її ретельного маскуванню, водночас російський ВПК масштабує використання аналогічних рішень, впроваджуючи систему автономного автозахоплення цілей у нових ударних дронах «Клин» та модернізованих версіях баражуючих боєприпасів «Ланцет».

Розвиток методів та способів радіоелектронного захисту призвів до радикальних кроків в еволюції завадостійкості, наслідком яких стало впровадження безпілотників, керованих через надтонкий оптоволоконний кабель, який безперервно розмотується з хвостової котушки апарата в процесі польоту. Оскільки передача відеопотоку високої роздільної здатності та телеметрії здійснюється за допомогою світлових імпульсів всередині скляного мікрОВОлокна, такі БПЛА отримують абсолютний імунітет до радіочастотних завад і повністю виключають можливість їхнього виявлення засобами радіотехнічної розвідки. Проте обмеження за вагою котушки лімітують бойовий радіус таких систем в межах 10–20 км (експериментально до 50 км), а фізична вразливість кабелю до розривів об дерева та ЛЕП дещо звужує умови їхнього застосування.

Поява ШІ-керованих автономних платформ та оптоволоконних дронів продемонструвала концептуальну кризу традиційних систем купольного та окопного РЕБ, які виявляються безсилими проти апаратів, що не використовують радіоефір для навігації чи зв'язку на фінальній ділянці траєкторії, що в свою чергу призвело до нової парадигми протидії та архітектура "малої ППО". Це змусило сторони перейти до концепції інтегрованої трирівневої оборони («малої ППО»), яка включає кінетичне перехоплення (розгортання автоматизованих турелей з машинним зором (наприклад, розробки в рамках оборонного кластера Bravel), де ШІ самостійно розраховує траєкторію цілі, а оператор лише авторизує вогневе ураження натисканням однієї кнопки), спрямовану енергетичну зброю (застосування мобільних лазерних комплексів типу «Тризуб», які інтегруються з радарними мережами та здатні фізично випалювати оптичні сенсори й матриці камер БПЛА на відстані до 1500 метрів), та оптико-електронне маскуванню та адверсаріальні методи (використання антитепловізійних плащів-пончо для розмиття інфрачервоного силуету особового складу та нанесення спеціальних адверсаріальних патчів або каркасів-розпірок, які математично дезорієнтують згорткові нейромережі комп'ютерного зору, не дозволяючи алгоритмам ідентифікувати техніку).

Зміщення боротьби в площину цифрових алгоритмів зумовило інтеграцію РЕБ та кібероперацій. Відкриті архітектури даних, що забезпечують консолідацію

розвідданих у єдині системи ситуаційної обізнаності (на кшталт платформи Delta, Графіт), створюють нові вектори загроз, оскільки компрометація програмного забезпечення або ланцюгів постачання компонентів дозволяє супротивнику впроваджувати хибні дані безпосередньо у контури прийняття рішень ШІ.

Еволюція безпілотних систем у російсько-українській війні довела, що класичний радіочастотний РЕБ стрімко втрачає роль домінантного інструменту захисту. Майбутнє тактичного протистояння належатиме комплексним системам, які поєднують пасивне оптичне та радарне виявлення, інтелектуальну кінетичну та лазерну протидію, а також жорсткий кіберзахист і контроль над ланцюгами постачання критичної мікроелектроніки, що є наріжним каменем для навчання й функціонування військових нейромереж та породжує нові виклики для сил електронної підтримки РЕБ. Подальше поглиблене вивчення проблематики протидії ШІ у військових засобах потребує поглибленого вивчення та навчання відповідних фахівців радіоелектронної боротьби, особливо в Національній гвардії України зважаючи на завдання по протидії незаконним безпілотним літальним засобам покладеним на неї.

Тарасов Максим Юрійович

*курсант 3 року навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 262 «Правоохоронна діяльність»*

Військово-юридичного інституту

Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого

ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ

Сучасні умови ведення бойових дій характеризуються високою динамічністю, зростанням ролі технологій та необхідністю швидкого прийняття рішень.

У цьому контексті логістичне забезпечення військ набуває критичного значення, адже саме від ефективності постачання ресурсів залежить стійкість та боєздатність підрозділів. Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку військової логістики є впровадження безпілотних систем, які здатні суттєво підвищити швидкість, точність і безпеку логістичних операцій. Безпілотні системи, зокрема повітряні (БПЛА), наземні та морські платформи, вже сьогодні активно використовуються у військовій сфері для розвідки, спостереження та нанесення ударів. Проте їх потенціал у логістичному забезпеченні лише починає реалізовуватися.

Використання безпілотників для доставки боєприпасів, медикаментів, продовольства та інших матеріальних засобів дозволяє мінімізувати ризики для особового складу, особливо в умовах інтенсивного вогневого впливу противника або складної місцевості. Однією з ключових переваг безпілотних логістичних систем є можливість швидкого реагування на зміну обстановки. Вони здатні доставляти