

Науменко Артем Миколайович
курсант 2 відділення 335 навчальної групи
курсу № 4 факультету службово-бойової діяльності
молодший сержант
Київський інститут Національної гвардії України

Суслів Роман Володимирович
викладач кафедри розвідки
капітан
Київський інститут Національної гвардії України

«ЦИФРОВИЙ АДВЕРСАРИАЛЬНИЙ КАМУФЛЯЖ» У СИСТЕМІ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ЗАХИСТУ: ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННА ДЕЗОРІЄНТАЦІЯ ШІ-СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ БПЛА

Сучасна доктрина радіоелектронної боротьби (РЕБ) зазнає докорінних змін. Сьогодні РЕБ уже не обмежується виключно придушенням радіочастот чи сигналів супутникової навігації. Вона трансформується у мультиспектральну боротьбу, що охоплює весь електромагнітний спектр, включаючи видимий та інфрачервоний діапазони. Це зумовлено появою ударних і розвідувальних БПЛА, які використовують бортові нейромережі (наприклад, архітектури типу YOLO) для повністю автономного пошуку та ураження цілей за допомогою комп'ютерного зору.

У цих умовах самі комплекси та станції РЕБ стають пріоритетними цілями для противника. Специфічний силует антено-фідерних систем, кунгів та генераторів військової техніки легко розпізнається алгоритмами штучного інтелекту (ШІ) ворожих дронів. Крім того, виникає дві критичні проблеми - неефективність активного радіопридушення в ситуації коли дрон переходить в автономний режим наведення по відеоканалу, він не використовує радіозв'язок чи GPS. Стандартні «глушилки» радіосигналу стають проти нього безпосередньо марними та проблема демаскування позицій коли активна робота станцій РЕБ на випромінювання миттєво виказує їхнє розташування для засобів радіорозвідки противника, після чого туди спрямовуються автономні ШІ-дрони.

У рамках концепції радіоелектронного захисту виникає гостра потреба впровадження пасивних методів оптико-електронної протидії. Одним із найперспективніших рішень є «цифровий камуфляж» на основі адверсаріальних (протиборчих) візерунків. Ця технологія не намагається фізично сховати техніку в кущах, а атакує математичну логіку самого ШІ. Спеціально розрахований малюнок, нанесений на корпуси та антени комплексів РЕБ, сприймається людським оком як звичайне плямисте забарвлення. Проте для нейромережі дрона він повністю руйнує цифрову карту ознак об'єкта, змушуючи алгоритм ШІ ігнорувати станцію РЕБ або класифікувати її як невинний елемент ландшафту (траву, каміння чи асфальт).

Наукове обґрунтування принципів інтеграції адверсаріального «цифрового камуфляжу» в загальну систему радіоелектронного захисту підрозділів РЕБ, а також

дослідження механізмів пасивного зриву автосупроводження ШІ-систем наведення БПЛА за допомогою спеціально згенерованих маскувальних патернів. Впровадження цифрового камуфляжу в операційні процедури радіоелектронного захисту дозволить сформувати дворівневий контур протидії автономним загрозам. Першим рівнем захисту буде тактична взаємодія активного засобу подавлення, а другим - пасивний цифровий камуфляж. Розробляється модель комплексного захисту позицій, яка працює як послідовний поетапний алгоритм:

1. Активне радіопридушення - Етап 1: Комплекс РЕБ здійснює глушіння каналів зв'язку та телеметрії підлітаючих БПЛА, змушуючи бортовий комп'ютер дрона втратити зв'язок з оператором і примусово переключитися на автономний режим оптичного пошуку цілей.

2. Дотримання радіомовчання (за потреби) - Етап 2: Якщо комплекс РЕБ вимикає випромінювання, щоб уникнути ударів протирадіолокаційних ракет або оптичного виявлення, він стає візуально уразливим.

3. Атака на ШІ через цифровий камуфляж - Етап 3: Коли автономний дрон намагається знайти станцію РЕБ за допомогою камери, адверсаріальний малюнок на її корпусі блокує роботу нейромережі YOLO. Дрон «сліпне» в оптичному діапазоні, не може зафіксувати рамку захоплення цілі та пролітає повз позицію.

На відміну від звичайного армійського маскування, створення адверсаріального камуфляжу адаптовано під геометрію об'єктів РЕБ для руйнування контурів антен та щогл - малюнок проектується таким чином, щоб візуально розбивати прямі лінії та кути антено-фідерних пристроїв, які ШІ розпізнає найпершими, також проводиться колірна адаптація коли форми та взаєморозташування плям розраховуються цифровим алгоритмом, але колірна гама залишається суворо в межах фону конкретного театру бойових дій (ліс, степ, міська забудова). Це гарантує, що техніка не привертатиме додаткової уваги людського ока (наприклад, ворожих коригувальників чи пілотів у ручному режимі).

Комп'ютерний зір дрона шукає збіги за мікротекстурами та градієнтами. Адверсаріальний візерунок створює штучні мікроконттури, які змушують перші шари нейромережі фокусуватися на заваді, а не на самій машині. В результаті виникають два захисні ефекти. Перший це - повне ігнорування цілі, тобто коли ШІ вважає, що перед ним пусте місце або фонові рослинність, оскільки рівень впевненості алгоритму падає нижче порогу спрацьовування, а другий - помилкова класифікація коли ШІ розпізнає об'єкт, але маркує його як цивільний або нецільовий предмет (наприклад, "купа каміння" чи "ділянка дороги"), блокуючи видачу команди на ураження.

Дослідження за допомогою цифрових випробувань показують, що нанесення такого малюнка у вигляді швидкозмінних вінілових плівок або через багаторазові пластикові трафарети дозволяє повністю дезорієнтувати системи ШІ-наведення дронів під час підльоту з будь-якого ракурсу.

Інтеграція «цифрового камуфляжу» у систему радіоелектронного захисту розширить можливості підрозділів РЕБ, дозволяючи вести ефективну пасивну

протицію інтелектуальній зброї в оптичному спектрі, а адверсаріальний візерунок виглядає, як логічне продовження контуру безпеки - після того, як активний РЕБ змушує дрон перейти на автономне ШІ-наведення, пасивний цифровий камуфляж ламає математичний алгоритм цього наведення на фінальній ділянці польоту. Практична цінність пропонованого методу полягає в його повній радіоелектронній безпеці (він нічого не випромінює і не демаскує позицію) та простоті масштабування. Використання готових плівки або трафаретів дає можливість оперативно захистити дороги та дефіцитні станції РЕБ безпосередньо у польових умовах, критично підвищуючи їхню живучість під ударами автономних БПЛА.

Нікітін Максим Іванович

*Старший інженер відділу інженерів центру розробки технологічних рішень
майор*

Центр масштабування технологічних рішень (ЦМТР), в/ч А4753

Литвиненко Ярослав Сергійович

*Інженер відділу інженерів центру розробки технологічних рішень
капітан*

Центр масштабування технологічних рішень (ЦМТР), в/ч А4753

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ПІДХІД ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПІДГОТОВКИ ТА НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ РЕБ

При навчанні особового складу роботі з засобами РЕБ/РЕР, на сьогодні можна виділити наступні проблеми:

1. Нестача бюджетних коштів на закупівлі засобів для занять.
2. Обмежена кількість та ресурс техніки, доступної для використання на практичних заняттях, при підготовці особового складу.
3. Обмежений час на підготовку особового складу з використання зразків ОВТ РЕБ/РЕР в умовах прискореного формування підрозділів РЕБ та РЕР.
4. Відсутність сучасних рішень щодо моделювання роботи засобів та навчально-бойової обстановки для підготовки військових фахівців РЕБ та РЕР.

Дані проблеми ускладнюють навчальний процес і знижують якість підготовки фахівців в інтенсивних умовах навчання, що в подальшому знижує ефективність роботи фахівців при виявленні та подавленні ворожих радіоелектронних пристроїв, а також призводить до втрат особового складу і техніки.

РІШЕННЯ: спеціальне програмне забезпечення імітаційного моделювання для навчання фахівців РЕБ/РЕР алгоритмам дій при роботі з технікою та виконанні завдань.

СПЗ “Прояв”, розроблене в Центрі масштабування технологічних рішень (в/ч А4753) має на меті вирішити вищезгадані проблеми.