

Шаптала Сергій Олександрович

Громадська організація “Центр воєнної стратегії і технологій”

Київ, Україна

e-mail: smokliak@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0348-4050

Романенко Євген Олександрович

доктор наук з державного управління,

професор, провідний науковий співробітник

Центральний науково-дослідний інститут

Збройних Сил України

Київ, Україна

e-mail: poboss1978@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2285-0543

Гурковський Володимир Ігорович

доктор наук з державного управління,

професор, начальник відділу

Центральний науково-дослідний інститут

Збройних Сил України

Київ, Україна

e-mail: volodymyr.gurkovskyi@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2021-5204

БЕЗПІЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ В АСИМЕТРИЧНІЙ ВІЙНІ: ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА СТРАТЕГІЧНА РОЛЬ У ПРОТИСТОЯННІ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ЕСКАЛАЦІЇ РОСІЇ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню масштабного застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у російсько-українській війні, де дрони стали ключовим елементом асиметричної стратегії України в умовах технологічної ескалації росії, зокрема з появою реактивних Shahed-238 (“Герань-3”). Описано технічні характеристики, класифікацію та тактичне використання ударних, розвідувальних, імітаційних і перехоплювальних БПЛА обома сторонами конфлікту. Зазначено, що РФ активно нарощує виробництво дронів-камікадзе типу Shahed і нових моделей, таких як “Бандероль”, із використанням іноземних компонентів, зокрема китайських та іранських. Натомість Україна демонструє інноваційність, розробляючи дрони-перехоплювачі, автономні системи виявлення та технології штучного інтелекту, що забезпечують ефективну протидію ворогу.

Особливу увагу приділено зміні тактики бойових дій: від масованих наступів до точкових ударів малими мобільними групами під прикриттям БПЛА. Українська стратегія спирається на швидку адаптацію, волонтерську мобілізацію та технічну креативність, що дозволяє компенсувати обмеженість ресурсів. Поява реактивних Shahed-238 із високою швидкістю та дальністю польоту створює нові виклики для української ППО, вимагаючи розвитку реактивних перехоплювачів і модернізації оборонних систем.

Стаття підкреслює, що безпілотники кардинально змінили характер війни, створивши “зону ураження” вздовж лінії фронту та змістивши акцент із чисельної переваги на технологічну. Описано, як інтеграція штучного інтелекту та комп’ютерного зору в БПЛА, таких як українські “Ватра” чи російські V2U, формує нову фазу війни, де автономність і точність стають визначальними. Висновки акцентують на тому, що успіх України в асиметричному протистоянні залежить від поєднання інновацій і міжнародної підтримки, що дозволяє нейтралізувати зростаючу загрозу реактивних дронів.

Ключові слова: безпілотники, БПЛА, асиметрична війна, FPV, Shahed-238, дрони-перехоплювачі, війна технологій, штучний інтелект, інновації, ГУР МОУ.

Serhiy Shaptala

Non-Governmental Organization
“Center for Military Strategy and
Technologies”
Kyiv, Ukraine
e-mail: smokliak@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0348-4050

Yevhen Romanenko

Doctor of Science in Public Administration,
Professor
Colonel, Leading Researcher,
Central Research Institute
Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
e-mail: poboss1978@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2285-0543

Volodymyr Gurkovsky

Doctor of Science in Public Administration,
Professor
Colonel, Head of Department,
Central Research Institute
Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
e-mail: volodymyr.gurkovskyi@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2021-5204

UNMANNED AERIAL VEHICLES IN ASYMMETRIC WARFARE: TECHNICAL CAPABILITIES AND STRATEGIC SIGNIFICANCE IN COUNTERING RUSSIA'S TECHNOLOGICAL ESCALATION

Abstract. This article investigates the extensive use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the Russia-Ukraine war, where drones have become a pivotal component of Ukraine's asymmetric strategy amid Russia's technological escalation, particularly with the emergence of jet-powered Shahed-238 (“Geran-3”) drones. It provides a detailed description of the technical characteristics, classification, and tactical applications of combat, reconnaissance, decoy, and interceptor UAVs employed by both sides of the conflict. The study highlights Russia's ramped-up production of kamikaze drones like Shahed and new models such as “Banderol,” incorporating foreign components, notably from China and Iran. In contrast, Ukraine showcases innovation through the development of interceptor drones, autonomous detection systems, and AI-driven technologies to counter the enemy effectively.

The article emphasizes the shift in battlefield tactics from large-scale offensives to precision strikes by small mobile units supported by UAVs. Ukraine's strategy relies on rapid adaptation, volunteer mobilization, and technical ingenuity to offset resource constraints. The introduction of high-speed, long-range Shahed-238 drones poses new challenges for Ukraine's air defense, necessitating the development of jet-powered interceptors and advanced defense systems.

The study underscores that UAVs have fundamentally transformed the nature of warfare, creating a “kill zone” along the front line and shifting the focus from numerical superiority to technological dominance. It describes how the integration of artificial intelligence and computer vision in UAVs, such as Ukraine's “Vatra” or Russia's V2U, marks a new phase of warfare where autonomy and precision are paramount. The conclusions highlight that

Ukraine's success in this asymmetric conflict hinges on combining innovation, and international support to neutralize the growing threat of jet-powered drones.

Keywords: *drones, UAVs, asymmetric warfare, FPV, Shahed-238, interceptor drones, technological warfare, artificial intelligence, innovation, HUR of Ukraine.*

Вступ

Постановка проблеми. Сучасний конфлікт у небі характеризується масовим застосуванням безпілотників обома сторонами. РФ активно нарощує виробництво БПЛА та щоденно завдає масованих ударів по українських містах, в той час як Україна лідирує у бойовому застосуванні дронів: з території РФ атакує стратегічні аеродроми, а на фронті відбиває просування ворога безпілотниками. Обидві сторони віддають перевагу недорогим високоточним рішенням: для України дрони стали дешевою альтернативою ракеті, а РФ випускає баражуючі боєприпаси і FPV-“камікадзе” у сотні разів більше, ніж до 2022 року. Така гонка провокує ескалацію та асиметричне протистояння: масові удари дешевими безпілотниками розмивають традиційну перевагу супротивника у живій силі та техніці.

Україна залишається лідером у використанні безпілотників на полі бою. Вона запускала безпілотники з території Росії для ударів по стратегічних авіабазах, знищуючи бомбардувальники. Київ також розгорнув дрони для руйнівного ефекту на лінії фронту, запобігаючи російським наступам, та для ударів по життєвоважливій інфраструктурі в глибині російської території. РФ наздогнала і максимізує виробництво та використання безпілотників, але вони роблять це традиційним способом. Українцям вдається не відставати у війні безпілотників, реагуючи асиметрично.

Дрони виявилися недорогою альтернативою високоточної зброї. Зростання у всіх категоріях випущених Росією баражуючих боєприпасів та FPV-дронів порівняно з показниками до 2022 року, збільшення на кілька порядків. Держава-агресор активно нарощує виробництво безпілотників, що дозволяє їй щоденно завдавати масованих ударів по українських містах. Це відбувається на тлі просування її військ на полі бою та посилення тиску на Київ з метою змусити його до мирних умов. Про це пише Bloomberg [1].

Кремль спричиняє смертоносні руйнування, зокрема в Києві та Одесі, випускаючи сотні безпілотників щоночі. Лише за одну ніч Україна зафіксувала 315 безпілотників та сім ракет, а попередньої ночі – рекордні 479 БПЛА. Москва неухильно збільшувала кількість атак безпілотниками з початку року, досягнувши в лютому щоденного рекорду у 267 БПЛА. Після початкового відставання від України у розробці дронів після повномасштабного вторгнення 2022 року, країна-агресор послідовно нарощувала масове виробництво іранських БПЛА Shahed та інших типів безпілотних літальних апаратів.

Президент Росії Володимир Путін у квітні наказав виробникам оборонної продукції прискорити випуск безпілотників, оскільки, за його словами, “цієї зброї, як і раніше, не вистачає”. Він також закликав Росію “стати одним зі світових технологічних лідерів” у виробництві безпілотників до 2030 року.

Мета Москви – використовувати “стратегію покарання” з недорогими “Шахедами”, щоб змусити Київ підкоритися. Хоча Україна збиває більшість із них, ця зброя “перевантажує українську ППО та підриває моральний дух цивільного населення за допомогою постійних нічних атак”, – йдеться у звіті Центру стратегічних та міжнародних досліджень.

За оцінками України, РФ готується виробляти від 300 до 350 безпілотників дальнього радіусу дії на день і прагне збільшити випуск до 500 одиниць на день. Російські виробники дронів зуміли збільшити виробництво літальних апаратів великої дальності до понад 30 000 цього року (з 15 000 у 2024 році), а також випустити до 2 мільйонів малих

тактичних безпілотників, що використовуються проти танків та артилерії. Українська військова розвідка також звинуватила росію у використанні електроніки здебільше з Китаю, порушуючи санкції [1].

І Україна, і РФ прагнуть впроваджувати недорогі високоефективні технології, часто заради навіть незначної переваги на полі бою.

Мета статті: дослідити роль БПЛА у формуванні асиметричної стратегії України в умовах технологічної ескалації росії з особливим акцентом на появу реактивних дронів Shahed-238 (“Герань-3”); надати детальний опис технічних характеристик сучасних БПЛА, включаючи ударні, розвідувальні, імітаційні та перехоплювальні моделі та їхній вплив на тактику бойових дій, обороноздатність і темпи технологічної адаптації; з’ясувати виклики, пов’язані з протидією високошвидкісним реактивним дронам. Окремо розглянуто, чому саме асиметричне використання БПЛА дало змогу Україні стримувати противника в умовах обмежених ресурсів. Також стаття окреслює тенденції, які формують нову логіку ведення війни – через швидкі інженерні рішення, креативність та пошук переваги в небі.

Ця стаття поєднує підходи з кількох суміжних галузей: військової справи, державного управління, національної безпеки. Такий міждисциплінарний підхід дозволяє не лише описати технічні характеристики дронів, а й показати, як вони впливають на тактику бою, оборонне планування та стійкість держави до нових типів загроз.

У процесі підготовки статті використано матеріали з відкритих джерел, зокрема публікації міжнародних медіа (Bloomberg, Reuters), аналітичні огляди ГУР МОУ, Центру стратегічних і міжнародних досліджень, а також технічні описи з профільних військових платформ. Важливу роль відіграли спостереження за практичним застосуванням дронів на фронті – як з боку України, так і країни-агресора.

У статті застосовано описовий і порівняльний підхід. Дрони класифіковано за типами та призначенням (ударні, розвідувальні, імітаційні, перехоплювачі), що дозволило показати різницю у цілях, характеристиках і способах їхнього використання. Особливу увагу приділено технічним параметрам БПЛА, які згадуються у звітах та відкритих технічних описах, зокрема – потужність боєвої частини, дальність дії, способи наведення та стійкість до РЕБ, складнощі перехоплення реактивних Shahed-238 (“Герань-3”). Стаття унікає суб’єктивних оцінок, надаючи перевагу фактичному опису функціональних характеристик, тактичних особливостей і статистичних даних.

Матеріал статті структуровано так, щоб показати, як перманентно змінюється логіка бойових дій під впливом дронів технологій. Демонструється стрімке зростання кількості FPV-“камікадзе” та устаткування дронів потужнішими боєголовками, порівнюючи за цими показниками дані до і після 2022 року. Це дозволяє окреслити технологічний розвиток “бездротової війни” і сформулювати стратегічні висновки на основі кількісних і якісних характеристик БПЛА.

Таким чином, описовий характер статті проявляється в викладі технічних характеристик, класифікації та тактичного застосування БПЛА, а наукова обґрунтованість забезпечується використанням достовірних відкритих джерел. Стаття не лише документує сучасний стан “дронові війни”, але й робить спробу сформулювати системне бачення її впливу на характер бойових дій, підкреслюючи технологічну динаміку як ключовий фактор сучасної війни.

Виклад основного матеріалу

Сучасна війна на території України висуває принципово нові вимоги до тактики, технологій і темпів адаптації. Однією з головних особливостей цієї фази бойових дій стало перетворення безпілотних літальних апаратів із допоміжного засобу на повноцінну бойову систему. Як для України, так і для росії дрони стали інструментом, який вирішує не лише

тактичні, а й стратегічні завдання – від точкових ударів і ведення розвідки до деморалізації цивільного населення й прориву енергетичної інфраструктури.

Нарощування масового виробництва дронів, яке демонструє рф, і постійне вдосконалення тактичних моделей в Україні призвели до якісного переходу у самій природі безпілотних систем. Йдеться не лише про габарити, бойове навантаження чи дальність польоту, а й про здатність дронів автономно орієнтуватися у просторі, розпізнавати цілі та приймати рішення без участі оператора. Це означає, що війна входить у фазу, де штучний інтелект стає визначальним компонентом у проєктуванні, управлінні, й застосуванні БПЛА. Відтак, у зоні бойових дій з'являються не просто дрони, а автоматизовані бойові платформи, здатні діяти в складному інформаційному середовищі.

У червні 2025 року рф почала активно використовувати на Сумському напрямку новітній ударний російський безпілотник V2U. Особливістю дрона є його здатність до автономного пошуку та вибору цілей за допомогою штучного інтелекту [3].

Центральною складовою обчислювальної системи став китайський мінікомп'ютер Leetop A203, у якому використовується високошвидкісна збірка на базі американського процесора NVIDIA Jetson Orin.

Дрон V2U має лише один GPS-модуль, що може свідчити про відмову від класичної супутникової навігації через роботу українських систем РЕБ. Імовірно, застосовується навігація за допомогою "комп'ютерного зору". Дрон орієнтується за зображеннями з камери, які співвідносить із заздалегідь завантаженими фото місцевості.

Для дистанційного керування у форматі FPV використовується LTE-зв'язок. У дроні встановлено модем-роутер Microdrive Tandem-4GS-oem11, що працює через SIM-картку одного з українських операторів. Хоча пристрій маркований як російський, його елементна база має китайське походження.

Серед іншого, дрон V2U зібраний із переважно іноземних компонентів: китайських двигуна, GPS-модуля, сервоприводів, SSD-накопичувача, далекоміра, контролерів обертів і акумуляторів. Також встановлено японський сенсор Sony, електромагнітне реле ірландської компанії Te Connectivity і згаданий модуль Jetson Orin. Китайські компоненти були помічені у русійній частині, а саме у безщітковому двигуні виробництва Shanghai Dualsky Models, платі виробництва Leetoptech, електронному регуляторі обертів від T-MOTOR та інших компонентах.

Комбінація цих компонентів дозволила забезпечити безпілотник відносно непоганими характеристиками. V2U має розмах крила 1,2 м, корисне навантаження до 3,5 кг, електродвигун, крейсерську швидкість 60 км/год і тривалість польоту до 1 години; зв'язок здійснюється через двосторонній LTE-канал, енергоживлення забезпечує батарея ємністю 34 А·год, а система штучного інтелекту відповідає за розпізнавання об'єктів і здатна автоматично наводити боєприпас на ціль [3].

У червні, вперше з початку вторгнення, було зафіксовано удар по Харкову дроном-камікадзе "Черника". Дрони цієї серії виготовляються у двох варіантах, легка "Черника-1" та важча "Черника-2" [4].

Рф має ці дрони у своєму розпорядженні вже досить давно, й у березні 2024 року повідомлялося, що було виготовлено понад 7,5 тисяч одиниць "Черника-1". А вже у квітні 2024 року – про виготовлення понад 4 тисяч одиниць "Черника-2".

Дрон-камікадзе "Черника-1" являє собою безпілотник типу "літаюче крило", виготовлений з пінопласту. Він має максимальну дальність ураження до 80 км, крейсерська швидкість 75 км/год, максимальна висота польоту до 1,5 км.

Запуск відбувається з катапульты або з рук. Бойова частина масою 0,7 кг, ймовірно, уламково-фугасного типу, здебільшого цей дрон застосовується проти автотранспортної техніки та піхоти.

Більша версія “Черника-2” є небезпечнішою у порівнянні з першою моделлю. Вона має більшу бойову частину масою до 3,5 кг, яка вже призначена для ураження бліндажів та важкої техніки. Також він має збільшений радіус дії до 100 км.

Проте найголовніше: деякі російські джерела повідомляють про наявність функції донаведення на ціль, через що під час атаки він може бути не сприйнятливий до дії РЕБ. Також “Черника-2” обладнана функцією автопілоту до визначеного району цілі, завдяки чому оператору не потрібно постійно здійснювати керування, а тільки на кінцевій ділянці польоту.

Це у поєднанні з їхньою, ймовірно, низькою вартістю, робить їх масовими та дуже небезпечним. За своєю концепцією їх можна порівняти з іншим російським дроном “Молния”, який також у своїй конструкції використовує прості матеріали.

Слід зауважити, що на сьогодні рф почала оснащати безпілотники Shahed 90-кілограмовими боєголовками, що говорить про поглиблення співпраці з Іраном. Нові боєголовки випускають двох типів: обидві вагою 90 кг, але одну з них збирають у росії, а іншу в – в Ірані. Про це пише The Telegraph [2].

Розроблена на росії модель, відома як КОФЗБЧ, поєднує в собі кумулятивну, осколкову, вибухову та запальну дію. Це означає, що вона може руйнувати будівлі, розкидати смертоносні уламки, викликати пожежі та створювати потужну ударну хвилю. Такі боєголовки застосовуються не для того, щоб знищити конкретну ціль, а щоб створити максимальний хаос у радіусі ураження. На відміну від російської, іранська модифікація випускається без запального компонента, але однаково завдає потужного удару.

Росії необхідно збільшити потужність “Шахедів”, щоб вони могли пробити антидроновий захист, встановлений на українських енергетичних об’єктах. З цією комбінованою боєголовкою головна мета – енергетична інфраструктура. Але українські енергетичні компанії будують бетонні укриття та встановлюють сталеві сітки. Тому росії потрібно щось, щоб пробити цю захисну інфраструктуру. Збільшивши боєголовку, рф домоглася посилення дії ураження, проте таким дронам потрібно більше палива, тому вони значно втратили в дальності польоту [2].

Особливо небезпечними є ударні “дрони-камікадзе” та FPV-апарати, які разом зі спостережними й навіть протидроновими безпілотниками створили навколо лінії фронту смертоносну “зону ураження”. При цьому агресор почав застосовувати імітаційні дрони-“мішені” одночасно з масованими ударами “Шахедами”, що ускладнює систему ППО. Держава-агресор також розробляє нові носії зброї – наприклад, крилату ракету S8000 “Бандероль”, яку можуть нести сучасні дрони “Оріон”. Усі ці тенденції суттєво підвищують стратегічну небезпеку для України, вимагаючи негайної адаптації тактики та технологій захисту.

У зв’язку з масовістю, максимальною дальністю ураження та тим, що ці дрони застосовуються на фронті вже понад рік, дивно, що перший удар по Харкову стався тільки зараз, адже північні райони Харкова знаходяться лише за 25 км від кордону [4].

Російські військовослужбовці розробили імпровізовану систему озброєння для дронів типу Mavic, яка дає змогу використовувати 12-каліберні дробові патрони для знищення ворожих безпілотників. Для підготовки боєприпасів у стандартному патроні 12 калібру вручну видаляють частину пороху, на його місце встановлюють електросірник, що слугує запальником. Потім патрон герметизується в посиленій скловолокном поліпропіленовій трубі, утворюючи одноразовий картридж.

Такі картриджі закріплюються під корпусом дрона за допомогою хомутив. Постріл здійснюється дистанційно, шляхом активації вбудованого світлодіода, який запускає займання електросірника. Під час пострілу картридж викидається віддачею, у такий спосіб унеможлиблюючи її вплив на літальний апарат і зберігаючи його стійкість. Це рішення має свої недоліки – кожен картридж одноразовий, що збільшує трудовитрати на підготовку

бойового дрона. Управління таким БПЛА вимагає швидкої реакції та точного вибору моменту для пострілу, проте в іншому їхнє застосування не викликає складнощів [5].

Армія держави-агресора нарощує кількість БПЛА, які використовує під час масованих обстрілів України, і серед цих дронів є “обманки”-імітатори. У Повітряних силах ЗСУ визначають, де справжні “Шахеда”, а де ні, спираючись на радіолокаційні особливості параметрів польоту, а також візуальні й акустичні характеристики [6].

Визначити їх можна під час відбиття обстрілу – спочатку залітають саме “обманки”. Залітають у складі груп, можуть летіти доволі кучно один до одного, тому радіолокаційно може бути видно, що це один Shahed, а насправді там може бути чотири, або ж імітатор один, а можуть бути чотири-п’ять. Потім вони вже можуть розділятися й летіти у різних напрямках, із різних боків атакувати ту чи іншу ціль.

Звісно, є особливості параметрів польоту, якщо говоримо про радіолокаційне виявлення – маркер на моніторі. При наближенні до цілі об’єкта, до пунктів спостереження, де візуально й акустично теж іде ідентифікація тієї чи іншої цілі, і вже ухвалюється рішення, коли знаємо, що це Shahed чи дрон-імітатор, на визначення засобу щодо їхнього знищення.

Із травня-червня противник запускає все більше безпілотників-імітаторів разом із “Шахедами”. Під час атаки в ніч на 9 липня ворог запустив по Україні 728 дронів різних типів, “Шахедів” із них було понад три сотні. Основним напрямком ворожого удару була Волинь [6].

Рф якийсь час використовує для ударів по Україні неідентифіковане озброєння, яке спершу було визначене, як ударний дрон типу “Бандероль”, і все, що про нього було відомо до цього часу – це наявність реактивного двигуна, а також здатність розвивати швидкість до 500 км/год і той факт, що ворог використовує це озброєння передусім для ударів по півдню України [7].

У травні на порталі “Війна та санкції” від ГУР МОУ розкрили більше інформації про це озброєння. Як зрештою виявилось, під “Бандероллю” все ж таки ховається нова російська крилата ракета, яка отримала позначення S8000. Йдеться про дійсно новий зразок озброєння, який візуально схожий на американську протикорабельну ракету великої дальності типу AGM-158C LRASM (Long Range Anti-Ship Missile), але у даному випадку йдеться про спробу зробити дешеву крилату ракету із метою налагодити масове виробництва ще одного типу озброєння для терористичних обстрілів України. Вона використовує турбореактивний двигун SW800Pro-A95 від китайської компанії Swiwin – продукцію цієї компанії можна легко знайти на тому ж AliExpress. Тому РФ, схоже, не склало проблем налагодити постачання двигунів.

В основі навігації крилата ракета типу “Бандероль” використовує вже відпрацьоване рішення, а саме завадозахищену CRP-антену “Комета-М8” АО “ВНИИР-ПРОГРЕСС”. “Комети” використовуються у тих же ударних далекобійних дронах типу “Шахед” або в УМПК (Уніфікований модуль планування та корекції).

Російська крилата ракета “Бандероль” використовує низку різних компонентів з таких країн, як Австралія, Республіка Корея, США, Швейцарія та Японія. Так, наприклад, акумуляторна батарея – від японської компанії Murata; модуль обміну телеметричною інформацією – від австралійської RF Design; сервоприводи – від південнокорейської Dynamixel, радіочастотний посилювач потужності – від американської Maxim Integrated Products (Analog Devices) і так далі.

Тактико-технічні характеристики крилатої ракети “Бандероль”: вона може розвивати максимальну швидкість до 650 км/год, крейсерську – до 560 км/год. Дальність польоту становить до 500 км. Габарити ракети: довжина – близько 5 м, розмах крил – 2,2 м, діаметр корпусу – 30 см. Бойова частина ракети – ОФБЧ-150, має масу у 114,3 кг, з них вага вибухової речовини – 49,5 кг. Носієм цієї крилатої ракети є безпілотний літальний

апарат типу “Орион”, у подальшому “Бандероль” планують інтегрувати до гелікоптерів Ми-28Н [7].

Українська дронна революція позбавила росію головних переваг – в артилерії, танках і чисельності військ – і саме це, як пише Reuters, змінило хід війни [8]. Дрони-камікадзе, дрони спостереження, дрони-бомбардувальники, дрони, що знищують інші дрони, – усі вони масово заповнили небо і створили так звану kill-zone, або “зону знищення”, приблизно по 10 км з обох боків лінії зіткнення, смертельно небезпечно для будь-якої техніки чи живої сили.

Це не дозволяє просуватись так, як у 2022 році: колони бронетехніки стали надто легкими мішенями. Тепер ворог атакує інакше: групами по 5-6 людей, пішки чи на мотоциклах або квадроциклах – і здебільшого лише для того, щоб виявити українські позиції, а тоді атакувати їх безпілотниками (у виробництві яких росіяни теж не відстають). Посилаючись на власні джерела серед українських командирів, виробників зброї та аналітиків, Reuters розповідає, що зараз Київ здатен протриматись без нової допомоги США місяці – на відміну від, наприклад, 2023 року, коли йшлося про дні чи тижні. Утім, польський військовий аналітик Конрад Музика застерігає від ілюзій: попри дронну перевагу Україна не має достатньо ресурсів для наступу, і, найімовірніше, Силам оборони доведеться вести виснажливу оборонну війну з обмеженими можливостями в артилерії та людях [8].

Безпілотні авіаційні комплекси розвідувального призначення.

Багатофункціональні безпілотні комплекси серії “ZALA”. Серед найбільш затребуваних (зокрема силовими відомствами) зразків БпАК серії ZALA є такі: ZALA 421-16EM; ZALA 421-16; ZALA 421-20. *Тактичний безпілотний авіаційний комплекс ZALA 421-16EM* є комплексом подвійного призначення і передбачає використання в інтересах збройних сил для ведення повітряної розвідки та спостереження за противником і місцевістю, здійснення цілевказання, корегування вогню вогневих засобів і виконання інших завдань в інтересах тактичної ланки (взводного та ротного рівня). Модель також застосовується в проведенні аерофотозйомки для геодезичних і картографічних робіт. Удосконалені цільові навантаження класу “16Е +”, що не мають аналогів у категорії безпілотних апаратів до 20 кг, здійснюють високоякісну фото-, відео- та тепловізійну зйомку, що дозволяє проводити пошук різних об’єктів і людей з точним визначенням їхніх географічних координат. Система кореляції дозволяє БпЛА стежити за статичними і рухомими об’єктами в автоматичному режимі. ZALA 421-16EM має у складі комплексу безпілотний літак з системою автоматичного керування (автопілот), з інерціальною навігаційною системою з корекцією (GPS/ГЛОНАСС), вбудованою цифровою системою телеметрії, вбудованим триосьовим магнітометром, модулем утримання й активного супроводу цілі, цифровим вбудованим фотоапаратом, цифровим ширококутовим відеопередавачем C-OFDM модуляції, радіомодемом з приймачем супутникових навігаційних сигналів, радіодалекоміром для роботи без прийому супутникових навігаційних сигналів, системою самодіагностики і пошуковим передавачем.

Тактичний безпілотний авіаційний комплекс ZALA 421-16 є комплексом подвійного призначення і вирішує завдання дистанційного моніторингу, спостереження в широкому діапазоні метеоумов підстильної поверхні (в тому числі складного рельєфу місцевості, водної поверхні), пошуку й виявлення об’єктів. Забезпечує отримання та передачу в режимі реального часу тепловізійних і тепловізійних зображень місцевості, визначає координати об’єктів спостереження, виконує функції ретранслятора, здійснює збір, накопичення та обробку інформації.

Комплекс з БпЛА ZALA 421-16 є вигідним рішенням для масштабної аерофотозйомки. Можливе використання БпАК у ЗС для ведення повітряної розвідки та спостереження за противником і місцевістю, здійснення цілевказання, корегування вогню вогневих засобів і виконання інших завдань в інтересах тактичної ланки (батальйонного та

полкового/бригадного рівня). Дана модель безпілотного літака у своєму класі відрізняється високою тривалістю безперервного польоту – 4 години (при двотактному двигуні) і 8 годин (при чотиритактному двигуні) та великою швидкістю польоту – 130-200 км/год.

Оперативно-тактичний безпілотний авіаційний комплекс ZALA 421-20 є комплексом подвійного призначення і вирішує завдання довготривалого спостереження, охорони кордонів, моніторингу трубопроводів, морської розвідки, моніторингу пожеж та інших надзвичайних ситуацій на значній відстані.

Можливе використання БпАК у ЗС для ведення повітряної розвідки та спостереження за противником і місцевістю, здійснення цілевказання, корегування вогню вогневих засобів та виконання інших завдань в інтересах оперативно-тактичної ланки (полкового/бригадного та дивізійного рівня). БПЛА ZALA 421-20 має можливість перевозити до 50 кг цільового навантаження в різних комбінаціях, включаючи реєстратор аеронавігаційних даних, систему лазерного цілевказання, ІЧ-камеру високої роздільної здатності. При 400-кілометровому тактичному радіусі літак має повне сполучення з іншими системами ZALA, що дозволяє інтегрувати платформу з усіма операторами наземних станцій керування ZALA.

Також варто звернути увагу на *БПЛА типу “Форпост”*. Максимальна злітна маса – 454 кг; максимальна вага корисного навантаження – 100 кг; довжина – 5,85 м; розмах крил – 8,55 м; робоча швидкість 126-148 км/год; практична стеля – 5797 м; тривалість польоту 17,5 год; максимальна дальність дії системи – 250 км. У комплектацію БПЛА “Форпост” входить відео і інфрачервоне обладнання, яке дозволяє передавати інформацію в фото- і відеорежимах оператору комплексу. Для зльоту і посадки використовується аеродромна інфраструктура (злітна дистанція не менше 250 м). Апарат має систему з двох незалежних гіроскопів, також дублюються датчики GPS, розташовані зверху на крилах. Апарат укомплектований багатофункціональною системою відеоспостереження з платами відеозахоплення, потужною інфрачервоною камерою з охолоджувальною матрицею високої роздільної здатності, може визначати відстані, координати і здійснювати балістичні обчислення. Орієнтовна вартість головного пристрою відеореєстрації з інфрачервоною камерою становить 1 млн. дол США.

Війна стала потужним стимулом для поглибленої роботи з пошуку інновацій у сфері БПЛА. Один з актуальних напрямів – розробка дронів-перехоплювачів и створення дієвої сили для протистояння масованим атакам дронів з боку РФ. В роботі задіяні як волонтерські організації, так і бізнес. Дрони-перехоплювачі – це відповідь України на нову загрозу з повітря. У сучасній війні FPV-дрони стали смертоносною зброєю, здатною завдати удару за лічені секунди. Класичні методи захисту вже не дають потрібного ефекту. Саме тому на передовій з’явилися нові “мисливці” – безпілотники, які виявляють, наздоганяють і знищують ворожі дрони ще до того, як ті завдають шкоди. Боротьба в форматі дрон проти дрона стає новою реальністю війни [9].

Основною метою розробки дронів-перехоплювачів було створення БПЛА, що можуть полювати на ворожі дрони (виявляти, переслідувати, атакувати). Завдання такого апарату – знищити ціль до того, як вона виконає свою місію – нанесе удар або отримає розвіддані, що особливо важливо, коли мова йде про російські дрони-розвідники (Zala, Orlan тощо). Проникаючи у тил противника та зависаючи над об’єктом, вони наводять ударні БПЛА на цілі. Цей “ланцюжок” вже добре відомий мешканцям територій воюючих сторін – “розвідник-загроза-вибух”. Перервати цю послідовність допомагають перехоплювачі. Вони можуть працювати в різних напрямках та різними методами:

- можуть здійснювати фізичне перехоплення противника за допомогою сітки, тарана чи лопатей;
- впливають на здатність ворожого дрону орієнтуватися в просторі за допомогою глушіння сигналів управління чи GPS;

– здійснюють ударну атаку, врізаючись у дрон противника і самознищуючись разом з ним.

Фізичні дрони-перехоплювачі. Саме вони виконують завдання “вполювати та знищити”. Для цього перехоплювач обладнаний спеціальним приладдям. Спіймати ворожий БПЛА можна використовуючи сітку або за допомогою прямого зіткнення (таран). Для пошкодження гвинтів супротивника можуть використовуватися частини самого перехоплювача – лопаті.

Дрони з глушилками. Завдання цих безпілотників – залишити супротивника без можливості “бачити” та орієнтуватися в просторі. Апарати обладнані глушилками, що глушать сигнали управління та навігацію. Ці дрони-перехоплювачі працюють, як компактні мобільні станції РЕБ. Вони знаходять в повітрі ворога, наближуються до нього та глушать сигнал. Ефективність дронів-глушилок менша за дієвість моделей з фізичним знищенням, але шанси на збереження апарату цілим та його подальше використання значно більші.

Дрони-камікадзе. Вони не мають за мету вполювати та схопити дрон ворога. Їхня задача проста – знайти та знищити. Дрон-перехоплювач помічає ціль, наздоганяє її та врізається в неї. Використовуються швидкі та маневрені FPV-дрони з простою конструкцією та недорогим ПЗ, адже їх служба недовга і ці БПЛА є “одноразовими”.

Експерименти з перетворення FPV-дронів на перехоплювачі проводяться підрозділами аеророзвідки, в числі яких – славнозвісні “Птахи Мадяра”. Бригада активно застосовує перехоплювачі для знищення ворожих FPV, в тому числі – оптоволоконних моделей. Для виявлення цілей застосовуються мобільні радары, що діють на відстані до кількох кілометрів. Після виявлення цілі здійснюється запуск дронів-перехоплювачів. Такий принцип “полювання” дозволяє ефективно знищувати навіть ті цілі, які нечутливі до РЕБ.

Українських ініціатив зі створення систем перехоплення ворожих дронів дійсно багато. Одне з рішень пропонує команда Ptashka Drones – вони розробили сіткомети, які можна встановити на різні типи дронів, в тому числі – популярні в Україні Mavic, Autel або FPV. Завдяки сіткам дрони можна застосовувати більше ніж один раз, що зберігає кошти та кількість перехоплювачів на фронті. В атаці на ворога дрон втрачає лише саму сітку, що коштує близько 1200 гривень – набагато менше за дрон [9].

Більш дорога за вартістю, але й більш ефективна розробка була здійснена німецьким стартапом Tytan Technology. Сили оборони України провели випробування німецького дрона-перехоплювача Tytan, створеного для боротьби з Shahed та іншими безпілотниками супротивника [10].

Tytan є безпілотним літальним апаратом, спеціально створеним для швидкого і точного перехоплення ворожих дронів. Основні технічні характеристики включають швидкість понад 250 км/год, дальність понад 15 кілометрів та злітну вагу 5 кг. Дрон здатний нести корисне навантаження до 1 кг, що дозволяє йому бути адаптованим як для знищення цілей, так і для розвідки. Корпус апарату виготовлено з використанням 3D-друку, що значно знижує вартість виробництва, а також спрощує ремонт та модифікації.

Однією з унікальних особливостей Tytan є можливість керування за допомогою портативної консолі Steam Deck. Ця консоль вже зарекомендувала себе як зручний та універсальний інструмент для керування різними видами роботизованої техніки, включаючи безпілотні системи. Впровадження такого підходу спрощує навчання операторів та дозволяє ефективно інтегрувати дрон у існуючі системи управління.

Розробка Tytan почалася близько року тому і була натхненна досвідом війни в Україні. Актуальність полягає в необхідності мати недорогі та ефективні засоби боротьби з масово застосовуваними дронами, такими як Shahed. Виробник планує подальший розвиток моделі. Серед нововведень – системи автоматичного наведення засновані на машинному зорі, які дозволять дрону самостійно ідентифікувати та захоплювати цілі. Це

підвищить точність та швидкість реагування в реальному часі, що особливо важливо в умовах високодинамічних бойових дій [10].

Команда українського miltech-проєкту ODIN розробила і випробувала ефективне рішення щодо знищення дронів типу “Шахед” за допомогою високошвидкісного дрона-перехоплювача ODIN Win_Hit власної розробки [11].

Характеристики дрона-перехоплювача ODIN Win_Hit:

- швидкість: крейсерська – 200-220 км/год, атаквальна – 280-300 км/год;
- тривалість місії польоту – 7-10 хв;
- діапазон висот для ефективного ураження – від 100 до 5000 м;
- способи запуску дрону: ручна платформа, наземний пусковий комплекс, повітряна платформа-носії.

Ударна група Night ODIN Crew вже успішно знищувала російські дрони “Шахед” та “Гербера” у небі над центральною частиною України. Окрім того, завершується виготовлення першої партії зі 100 дронів-перехоплювачів ODIN Win_Hit. Невдовзі їх передадуть до верифікованих підрозділів [10].

Українські інженери та військові провели бойове випробування нового *безпілотного літального апарату “Ватра”*, створеного для ефективного перехоплення боєприпасів “Шахед”, що баражують. У ході тестів “Ватра” продемонструвала здатність підніматися на висоту до 7 кілометрів, що дозволяє безпілотнику знищувати цілі, що знаходяться на висоті 3-4 кілометри, пікіруючи на них зверху [11].

Безпілотник “Ватра” відноситься до класу безпілотників типу FPV (First-Person View), що означає, що оператор керує ним у реальному часі, ніби бачачи те, що відбувається від першої особи. Це дозволяє вести точний та динамічний контроль за дронами “Шахед” в умовах бойових операцій. “Ватра” має форму невеликого літака з округлим корпусом, що покращує його аеродинаміку та підвищує стійкість у польоті.

Ключові характеристики БПЛА “Ватра” підкреслюють її ефективність:

- загальна тривалість польоту (із поверненням) становить 90 хв;
- режим очікування на висоті 4 км дозволяє перебувати у повітрі від 30 до 40 хв;
- вертикальна швидкість набору висоти – 20 м/с, що дозволяє швидко підніматися на потрібні висоти;
- швидкість у режимі атаки досягає 230 км/год;
- швидкість у режимі пікірування на ціль становить до 280 км/год, що забезпечує високу ймовірність знищення цілі [11].

Українська компанія “Вінницькі бджоли” завершила міжвідомчі тестування свого нового *безпілотника VB140 Flamingo* [12]. Цей дрон розроблений для ефективної роботи проти повітряних цілей противника, що дозволяє значно покращити захист українського неба від ворожих дронів-розвідників, таким як Орлан.

Під час тестування VB140 Flamingo продемонстрував свою ефективність, показуючи надійну здатність виявляти, переслідувати та знешкоджувати ворожі дрони, що завдає значної шкоди розвідувальним можливостям супротивника.

Розробники наголошують, – “VB140 Flamingo – це важливий крок уперед у технологічному розвитку України. Його потенціал у боротьбі з ворожими розвідниками може суттєво знизити ефективність розвідки та коригування вогню, що конче необхідно для захисту мирного населення та наших воїнів”.

Безпілотник VB140 Flamingo має такі характеристики:

- Перехоплення ворожих БПЛА – забезпечує надійний захист українських позицій та підрозділів завдяки сучасним технологіям та високоточним сенсорам.
- Висота польоту – здатний працювати на висоті до 4,5 км, що збільшує його ефективність у виявленні загроз.
- Дальність польоту – дрон може літати на відстань до 50 км, що дозволяє йому оперативно реагувати на загрози, що виникають.

– Адаптивність – додаткова гнучкість в налаштуваннях дозволяє дрону працювати як вдень, так і вночі.

Високий рівень автономності робить Flamingo незамінним інструментом для моніторингу та перехоплення повітряних цілей [12].

Skyfall, один із найбільших виробників дронів в Україні, адаптує свої FPV для боротьби з повітряними цілями. Їхній дрон Shrike, вартістю від \$300 до \$500, може цілитися в розвідувальні та ударні дрони, хоча й не дістає до висоти польоту Shahed [13].

“Ми зосереджені на перехопленні дронів-камікадзе та дронів-бомбардувальників”, – пояснив Карл Ларсон, керівник Defense Tech for Ukraine. Він підкреслює: Україні потрібні “недорогі та масштабовані рішення”, а не “модні та дорогі системи” західного виробництва. На сьогодні, дрони-перехоплювачі ще не можуть повністю замінити ППО, однак це крок до зниження залежності від дорогих систем типу Patriot. Альтернатива – низькотехнологічні засоби, як-от кулемети на пікапах або обмежене використання F-16” [13].

Українські розробники представили в 2024 р. ще одну нову модель баражуючого боєприпасу. Дрон знаходиться на етапі тестування у зоні бойових дій. Завдяки модулям шифрованого зв’язку він може працювати за умов придушення системами РЕБ. Новий дрон здатний завдавати ударів по цілям супротивника на глибині понад 100 км [14].

Новий безпілотник має високонадійний модуль шифрованого зв’язку AES256. Це дозволяє працювати в умовах придушення системами РЕБ, а “машинний зір” забезпечує захоплення об’єктів та автоматичне донаведення на ціль. Безпілотник має електричний двигун, його запускають із катапульти. Завдяки X-подібному фюзеляжу він маневрений і здатний вражати статичні та рухливі цілі на різних траєкторіях, у тому числі під прямим кутом.

Максимальна швидкість дрону – 180 км/год, він може вражати об’єкти, чия швидкість до 130 км/год, це БПЛА типу Орлан-10, Zala, Ланцет, а також вертольоти, що пролітають на зустрічних курсах.

Бойова частина представлена у кількох версіях – осколкова, термобарична, броньобійна з ударним ядром, яка може пробити до 40 мм броні та завдати ураження ворожій техніці [14].

Міністерство оборони кодифікувало та допустило до експлуатації у Збройних Силах України безпілотний авіаційний комплекс українського виробництва Chief-1 [15].

Цей дрон призначений для ураження літальних апаратів або живої сили супротивника з модуля ураження патронами зі шротом. Chief-1 має легку та міцну раму, потужні двигуни, високу маневреність, вдалу конструкцію для повітряного бою.

Безпілотники обладнані системами автоматичного розпізнавання та досягнення оптимальної дистанції для ураження цілі. Можуть здійснювати постріли в ручному або автоматичному режимі. Chief-1 знищують ворожі FPV, бомбери, окремі зразки корегувальників, розвідників [15].

І українські, і російські війська сьогодні шукають способи ліквідації дронів на оптоволокну, тож в обох сторін з’являються нові гвинтівкові кулі. Як пояснює Business Insider [16], за рахунок спеціально розробленої бойової частини вони можуть щільно та швидко “розкидати” осколки, що дозволяє ліквідовувати БПЛА на більшій відстані, ніж це може зробити дробовик. Такі кулі мають калібр 5,56 мм, а заряджають їх у гвинтівки по типу CZ Bren 2.

У ВІ пояснили перевагу таких куль: “Технологія дасть змогу солдатам вистрілити кулею, яка пролетить деяку відстань, перш ніж розсіяти дріб, що вражає FPV-дрон або квадрокоптер... А піхоті – почати стрільбу по ударних дронах з більш безпечної відстані, ніж спроба усунути загрозу за допомогою дробовика, що зараз є нормою в українських підрозділах”. Тобто ця розробка дозволить захисникам неба просто брати з собою додаткові патрони, а не окрему зброю.

Втім, ці кулі вже є у російської армії. Ще торік у листопаді одна з бригад окупантів показала, як солдати стріляють з автомата Калашникова з наконечником з термозбіжною трубкою кулями калібру 5,45 мм. У таких трубках є чотири дробові гранули, призначені для розсіювання та враження українських БпЛА. При цьому під час ручного зарядження патронів окупанти повинні чергувати нові кулі зі стандартними або трекерними патронами [16].

Раніше у ЗСУ розповідали, що російські дрони на оптоволокну здатні проникати далеко в тил українських позицій на відстань 20 км. Тим часом Сили оборони застосовують проти таких коптерів звичайні комерційні дрони типу Mavic – вони своїми пропелерами перерубують кабель і залишають ворожі апарати без управління – та інші експериментальні рішення [17].

Бійці підрозділу “Гострі картузи” показали, як вони збивають дрони на оптоволокну. У дописі на своїй сторінці у соцмережі вони розповіли, що ці безпілотники сьогодні є дуже небезпечними, оскільки проти них не діють системи РЕБ і наразі немає перевірених і гарантованих методів боротьби з ними. “Якщо ворог виявляє позицію пілотів БпЛА, то найчастіше відправляє туди FPV на оптиці. Така смертоносна пташка може літати по посадці і залетіти у бліндаж із пілотами”. У таких дронів є і слабкі місця. Наприклад, через котушки вони більші за розміром і не дуже маневрені. Через це їх простіше збивати зі стрілецької зброї. “Головне їх не боятися, а збити їх простіше, ніж здається”, – додали захисники [17].

Дрони-перехоплювачі – це не універсальний засіб проти всіх повітряних цілей. А точковий інструмент, ефективний проти повітряних цілей, що рухаються на малих швидкостях (до 200-250 км/год) та невисоких висотах (від 2 до 4 км). До цієї категорії належать розвідувальні дрони та ударні безпілотники типу “Шахед” [18].

Експерти категорично відкидають можливість ефективного застосування дронів-перехоплювачів проти крилатих чи балістичних ракет, а також проти КАБів (коригованих авіаційних бомб), які країна-агресор масовано використовує. Дрони-перехоплювачі – це системи мікрозахисту повітряного простору з малою дальністю дії, переважно 5-10 км. Рф може перейти на використання більш швидких та дорогих дронів, що зробить завдання їхнього перехоплення значно складнішим для України.

Раніше повідомлялося, дрон на оптоволокну потребує пілота, який ним керує, а зі штучним інтелектом може використовуватися автоматично, тож те, що Україна намагається наздогнати рф по дронах на оптоволокну, – стратегічно неправильне рішення [18].

Співвідношення витрат і результатів використання дронів-перехоплювачів проти ударних “Шахедів, на думку експертів, є неефективним і надто дорогим способом захисту [19].

Щоб знищити один “Шахед” удень, потрібно до п’яти перехоплювачів, а вночі – до десяти. Водночас вартість одного денного перехоплювача сягає \$2-3 тисяч, нічного – до \$4 тисяч. Таким чином, знищення одного ворожого дрона може стати у \$10 тисяч удень і до \$40 тисяч – уночі.

Крім того, дрони-перехоплювачі обмежені погодними умовами та не здатні довго перебувати в повітрі на відміну від “Шахедів”. Ще один виклик – людський ресурс: для відбиття атаки з 400 дронів-камікадзе, як нещодавно в Києві, потрібно щонайменше 400 навчених операторів. Загальна вартість таких перехоплювачів сягнула б \$16 млн. Водночас, за оцінками експерта, рф витрачає близько \$32 млн на таку атаку (по \$80 тисяч на кожен “Шахед”).

Також експерт підкреслює, що для ефективного використання перехоплювачів потрібна інтеграція в систему ППО, надання кожному оператору якісного радару та точне скерування на маршрут ворожого дрона. З огляду на нові ризики в разі збільшення

кількості “Шахедів” до 1000 за ніч необхідно буде залучати вже понад тисячу операторів – і витрати зростатимуть у геометричній прогресії [19].

Голова ситуаційного центру по Україні в Міноборони Німеччини генерал-майор бундесверу Крістіан Фройдінг у подкасті *Nachgefragt* заявив, що рф має намір запускати по Україні до 2000 безпілотників одночасно [20].

За інформацією Фройдінга, рф суттєво розширює виробничі потужності для масового застосування безпілотників у війні проти України. За його словами, Москва планує одночасно запускати 2 тисячі дронів, що створить серйозний виклик для української системи протиповітряної оборони.

Генерал наголосив на необхідності розробки “розумних заходів протидії”, адже застосування традиційних засобів, зокрема ракет для системи ППО Patriot, є нелогічним проти “Шахедів”, вартість яких становить 30-50 тисяч євро, тоді як одна ракета Patriot коштує понад 5 мільйонів. За його оцінками, Україні потрібні недорогі засоби боротьби з безпілотниками вартістю від 2 до 4 тисяч євро, що дозволить ефективно реагувати на масовані атаки.

Ще одним методом протидії Фройдінг назвав удари по глибокому тилу рф – по військових літаках, аеродромах і оборонних заводах.

Також генерал-майор звернув увагу на те, що Китай припинив постачання комплектуючих до безпілотників в Україну і нині повністю зосередив свій експорт до росії. “Наразі ситуація така, що Китай, фактично, експортує виключно до росії, тоді як Україну виключено з цього ринку”, – зазначив Фройдінг [20].

Аналізуючи сучасні розробки та те, з якими темпами розвивається галузь, можна розраховувати на справжню повітряну революцію у сфері створення дронів перехоплювачів. З’являться автономні дрони-перехоплювачі на базі Штучного інтелекту. Це один з основних трендів останніх років – розробка безпілотників, що здатні самостійно знаходити та переслідувати БПЛА противника без участі пілота. Прототипи таких апаратів вже існують та проходять тестування (Anduril Interceptor, Fortem DroneHunter F700).

Вже розробляються та тестуються системи підтримки прийняття рішень на базі ШІ. Це дасть можливість заздалегідь попереджати про наближення FPV-дрона та оперативно підбирати методи протидії.

Інженери з Китаю, США, Ізраїлю та Туреччини спрямовують зусилля на розробку лазерних систем ближнього радіуса дії, які будуть спроможні випалювати ворожі дрони при наближенні. Аналогічні випробування вже були проведені в Великій Британії, де лазерна система DragonFire довела свою здатність знищувати дрони з великою точністю [21].

Пріоритетом №1 залишається пошук протидії дронам на оптоволокну. Більшість розробок спрямована на пошуки рішень з фізичного перехоплення. Над цим питанням працюють багато розробників. ШІ допоміг вивести дрони на новий рівень. Дрони з машинним зором можуть самостійно виявляти цілі, перехоплювати ворога, знищувати його. Вже зараз ведуться роботи з розробки максимально автономних “мисливців” на БПЛА, які зможуть працювати майже без втручання людини. Вже сьогодні створюються компактні дрони-перехоплювачі, здатні навчатися в процесі виконання бойових завдань.

Рф дедалі активніше використовує передові технології для посилення своїх наступальних можливостей, зокрема шляхом розгортання *нових типів БПЛА*. Якщо раніше основним інструментом російських атак були дрони-камікадзе Shahed-136, то з 2025 року фіксується перехід до використання реактивних *Shahed-238 (“Герань-3”)*, які суттєво ускладнюють завдання української ППО.

У липні 2025 року російські збройні сили посилили повітряні атаки на Україну, зокрема на Київ, застосувавши новий тип ударних безпілотників – реактивні Shahed-238, відомі в рф як “Герань-3”. Ці дрони, розроблені на основі іранської моделі та адаптовані для локального виробництва, відзначаються високою швидкістю, дальністю польоту та

здатністю ухилятися від традиційних засобів ППО. Їхнє використання свідчить про намір росії ускладнити протидію української сторони, перевантажуючи системи ППО та підвищуючи ефективність атак на цивільну й критичну інфраструктуру. Водночас поява таких дронів ставить перед Україною завдання швидкої адаптації до нових загроз, що вимагає як технологічних інновацій, так і міжнародної підтримки.

Розглянемо технічні особливості *Shahed-238*, їхню роль у російській стратегії та виклики, які вони створюють для української ППО.

1. Реактивні *Shahed-238*, уперше зафіксовані в Україні 30-31 липня 2025 року, значно переважають попередні моделі *Shahed-136* за ключовими параметрами. Оснащені турбореактивним двигуном Tolou-10/13 (іранська копія чеського PBS TJ100), вони розвивають швидкість до 550–600 км/год (до 700 км/год при пікіруванні), що втричі перевищує швидкість *Shahed-136* (180–200 км/год). Дальність польоту сягає 2500 км, а висота до 9 км робить їх недосяжними для більшості мобільних засобів ППО. На відміну від поршневого двигуна *Shahed-136*, реактивний двигун забезпечує маневровість і ускладнює ідентифікацію, оскільки на радарх дрон виглядає як крилата ракета.

2. Рф використовує *Shahed-238* вибірково для ураження стратегічних цілей, зокрема військових об'єктів та енергетичної інфраструктури. Їх інтегрують у комбіновані атаки з ракетами та масованими ударами *Shahed-136*, що спрямовані на перевантаження української ППО. Наприклад, під час атак на Київ 31 липня 2025 року дрони заходили з різних напрямків, а через годину після їхнього нальоту рф застосувала ракети. Така тактика ускладнює прогнозування траєкторій і розподіл ресурсів ППО. За оцінками експертів, *Shahed-238* є частиною російської стратегії технологічної ескалації, спрямованої на підтримання ініціативи в умовах затяжного конфлікту.

Висока швидкість *Shahed-238* скорочує час реакції ППО: від кордону до Києва дрон долітає за ~40 хвилин проти 2 годин для *Shahed-136*. Їхня недосяжність для дронів-перехоплювачів, вертольотів, легкомоторної авіації та мобільних вогневих груп зумовлена висотою польоту та маневровістю. Для ураження потрібні реактивна авіація, сучасні ЗРК або зенітна артилерія з програмованими снарядами. Однак такі системи, як IRIS-T (ракета вартістю \$430,000), є економічно не вигідними для перехоплення дронів вартістю ~\$150,000. Крім того, програмовані снаряди калібру 35 мм коштують понад 1000 євро за одиницю, а їхнє виробництво є тривалим і обмеженим.

Українські дрони-перехоплювачі (наприклад, FPV-дрони) не можуть протистояти *Shahed-238* через їхню швидкість і висоту. Для протидії потрібні нові технології, такі як реактивні перехоплювачі (“Пекло”, “Паляниця”) або сучасні ЗРК. Однак висока вартість таких систем і їхня обмежена доступність створюють економічні та логістичні виклики. Наприклад, дефіцит програмованих снарядів і залежність від поставок від країн-партнерів обмежують здатність України оперативно адаптуватися до нової загрози.

Висновки

Підсумки проведеного дослідження показують, що безпілотні системи радикально змінили ситуацію на фронті. Українська “дронна революція” ефективно зрівняла шанси у конфлікті: вона позбавила Росію переваги в кількості танків та артилерії і сформувала над лінією фронту неймовірно небезпечну “зону ураження”. При цьому стрімке розростання FPV-“камікадзе” і масове застосування модернізованих боєголовок (наприклад 90-кілограмових бойових частин “Шахедів” і “Бандеролі”) свідчать про загострення протистояння технологій. З технічного боку спостерігається зростання потужностей у обох сторін, а стратегічно – виникнення потреби утримувати ініціативу у технологічному змаганні. У відповідь на нові загрози Україна розпочала розробку автоматичних дронів-перехоплювачів з використанням штучного інтелекту, що є одним з ключових трендів.

Таким чином, аналіз свідчить: хоча дрони вирівнюють сили на полі бою, це також означає постійне нарощування інновацій.

Аналіз технічних характеристик бойових дронів, що активно застосовуються у російсько-українській війні, дозволяє зробити кілька суттєвих висновків:

1. Держава-агресор зосередилась на масовості та ударній потужності. Зразки на кшталт Shahed із боеголовками вагою 90 кг, дрони “Черника-2” з донаведенням і ракети “Бандероль” із дальністю до 500 км орієнтовані на створення ефекту переважання протиповітряної оборони, руйнування критичної інфраструктури та терору цивільного населення. Це – технологія навмисної руйнації.

2. Україна зосереджена на маневреності, гнучкості та інноваціях. Дрони типу “ODIN WIN-HIT”, “Ватра”, VB140 Flamingo демонструють перевагу швидкості, висотності, розпізнавання цілей, перехоплення БПЛА противника та використанні інтелектуальних систем. Ключовим є поєднання волонтерського сектору, miltech-проектів і швидкої інтеграції іноземних технологій. Окрім того, використання дешевих FPV-дронів, створення власних перехоплювачів і адаптація ігрових консолей (Steam Deck) до керування БПЛА – приклади того, як нестандартні рішення формують бойову ефективність.

3. Штучний інтелект стає зоною майбутньої переваги. Дрони з компютерним зором, самонаведенням, використанням Jetson Orin, відмовою від GPS на користь візуального орієнтування (як у V2U) – свідчення того, що обидві сторони вже працюють над БПЛА, здатними діяти у складних умовах електронної війни.

4. Поява реактивних Shahed-238 (“Герань-3”) у російському арсеналі знаменує новий етап технологічної ескалації в російсько-українській війні, спрямований на підвищення ефективності атак і переважання української ППО. Їхні характеристики – висока швидкість, дальність і схожість із крилатими ракетами – ускладнюють перехоплення традиційними засобами, вимагаючи від України швидкої адаптації. Асиметрична стратегія України, яка раніше дозволяла ефективно протидіяти Shahed-136 за допомогою дешевих дронів-перехоплювачів і мобільних груп, потребує перегляду. Розвиток реактивних перехоплювачів і модернізація ППО є визначальним у системі стримування, але обмежені ресурси та висока вартість сучасних систем створюють значні виклики.

Для ефективної протидії Україні необхідно не лише розвивати власні технології, а й поглиблювати співпрацю з міжнародними партнерами для отримання передових ЗРК, програмованих снарядів і фінансової підтримки. Водночас поява Shahed-238 підкреслює потребу в посиленні санкційного тиску на Іран і Росію для обмеження трансферу технологій, що порушують міжнародні норми. У довгостроковій перспективі успіх України в цій асиметричній війні залежатиме від поєднання інновацій у сфері безпілотних систем, економічно ефективних рішень для ППО та міжнародної підтримки, що дозволить нейтралізувати зростаючу загрозу реактивних дронів і зберегти стійкість у протистоянні технологічній агресії противника.

Список літератури

1. Putin Ramps Up Drone-Making to Unleash Attacks on Ukrainian Cities. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-06-10/putin-ramps-up-drone-making-to-unleash-attacks-on-ukrainian-cities>.
2. Russia’s Shahed drone arsenal has just become more deadly. URL: <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2025/05/27/russia-deadly-drone-arsenal-more-powerful-iran-ukraine/>.
3. ГУР розповіло про характеристики російського дрона V2U. URL: <https://irtafax.com/hur-rozpovilo-pro-kharakterystyky-rosijskoho-drona-v2u>.

4. “Черника” на 100 км з донаведенням: що це за дрон, що вперше вдарив по Харкову та чому він небезпечний. URL: https://defence-ua.com/news/chernika_na_100_km_z_do_navedennjam_scho_tse_z_dron_scho_vpershe_vdariv_po_harkovu_ta_chomu_vin_nebezpechnij-19349.html.
5. 12 калібр проти дронів: у рф створили дробовик для БПЛА типу Mavic (відео). URL: <https://focus.ua/uk/voennye-novosti/703086-12-kalibr-proti-droniv-u-rf-stvorili-drobovik-dlya-bpla-tipu-mavic-video>.
6. “Є особливості параметрів польоту”: у Повітряних силах пояснили, як відрізняють “Шахеда” від дронів-імітаторів. URL: <https://war.obozrevatel.com/ukr/e-osoblivosti-parametriv-polotu-u-povitryanih-silah-poyasnili-yak-vidriznyayut-shahedi-vid-droniv-imitatoriv.htm>.
7. Розкрито деталі про нову ракету рашистів, яку вони можуть пускати з “Орионов”. URL: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/rozkrito_detali_pro_novu_raketu_rashistiv_jaku_voni_mozhut_puskati_z_orionov-18800.html.
8. Enter the kill zone: Ukraine’s drone-infested front slows Russian advance. URL: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/enter-kill-zone-ukraines-drone-infested-front-slows-russian-advance-2025-07-17/>.
9. Мисливці за дронами: як працюють дрони-перехоплювачі на фронті. URL: <https://vgi.com.ua/myslyvczi-za-dronamy-yak-praczuuyut-drony-perehoplyuvachi-na-fronti/>.
10. З’явилися фото українських дронів-перехоплювачів ODIN Win_Hit. <https://tsn.ua/ukrayina/ziavylisia-foto-ukrayinskykh-droniv-perekhopliuvachiv-odin-win-hit-2870894.html>.
11. Українські розробники тестують інноваційний дрон-перехоплювач “Ватра” для боротьби з ворожими “Шахедами”. URL: <https://building-tech.org /ukraynskye-razrabotchyky-testyruyut-upnovatsyonniy-dron-perekhvatchyk-%vatra-s-vrazheskymy-shakhedamy>.
12. Українська компанія “Вінницькі пчелі” представила безпілотник-перехоплювач VB140 Flamingo для боротьби з розвідувальними дронами. URL: <https://building-ukraynskaya-kompanya-vinnitski-bdzholy-predstavyla-bespylotnyk-perekhvatchyk-vb140-flamingo-dlya-borbi-s-razvedivatelnyimi-dronamy-rf>.
13. Україна запускає “дрони-мисливці” під час масованих атак рф, – Bloomberg. URL: <https://www.unian.ua/weapons/ukrajina-zapuskaye-droni-mislivci-shcho-pro-nih-vidomo-13026738.html>.
14. Новий дрон-камікадзе, української розробки, здатний збивати ворожі “Орлан” та “Ланцет” у повітрі. URL: <https://building-tech.org/noviy-dron-kamykadze-ukraynskoy-razrabotky-sposoben-sbyvat-vrazheskye-%C2%ABorlan%C2%BB-y-%C2%ABlantset%C2%BB-v-vozdukhe>.
15. Chief-1 – мисливців за ворожими дронами стає більше. URL: <https://armyinform.com.ua/2025/06/04/chief-1-myslyvcziv-za-vorozhymy-dronamy-staye-bilshe/>.
16. A new type of rifle bullet in Ukraine could give infantry a better way to survive unjammable drone attacks. URL: <https://www.businessinsider.com/rifle-bullet-fpv-anti-drones-ukraine-war-unjammable-nato-2025-7>.
17. Головне – не боятися: “Гострі картузи” збивають дрони на оптоволокні зі стрілецької зброї. URL: <https://zn.ua/ukr/war/holovne-ne-bojatisja-hostri-kartuz-zbivajut-droni-na-optovolokni-zi-striletskoji-zbroji>.
18. Дрони-перехоплювачі не врятовують від ракет: авіаексперт пояснив чому <https://tsn.ua/ato/drony-perekhopliuvachi-ne-vriatuiut-vid-raket-aviaekspert-poyasniv-chomu-2863070.html>.
19. Математика війни: чому перехоплювати “Шахеда” – не найкраще рішення. URL: <https://tsn.ua/ato/matematyka-viyny-chomu-perekhopliuvaty-shakhedy-ne-naykrashche-rishennia-2869841.html>.
20. Ukraine unter druck. Drohnenterror und grossoffensive. Nachgefragt: Neue Drohnentaktik in der Ukraine | Bundeswehr. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=KtgNJqp-6BA>.
21. Лазерна зброя Dragonfire, яку Британія з часом може дати Україні. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=PjBe8t0dp0w>.