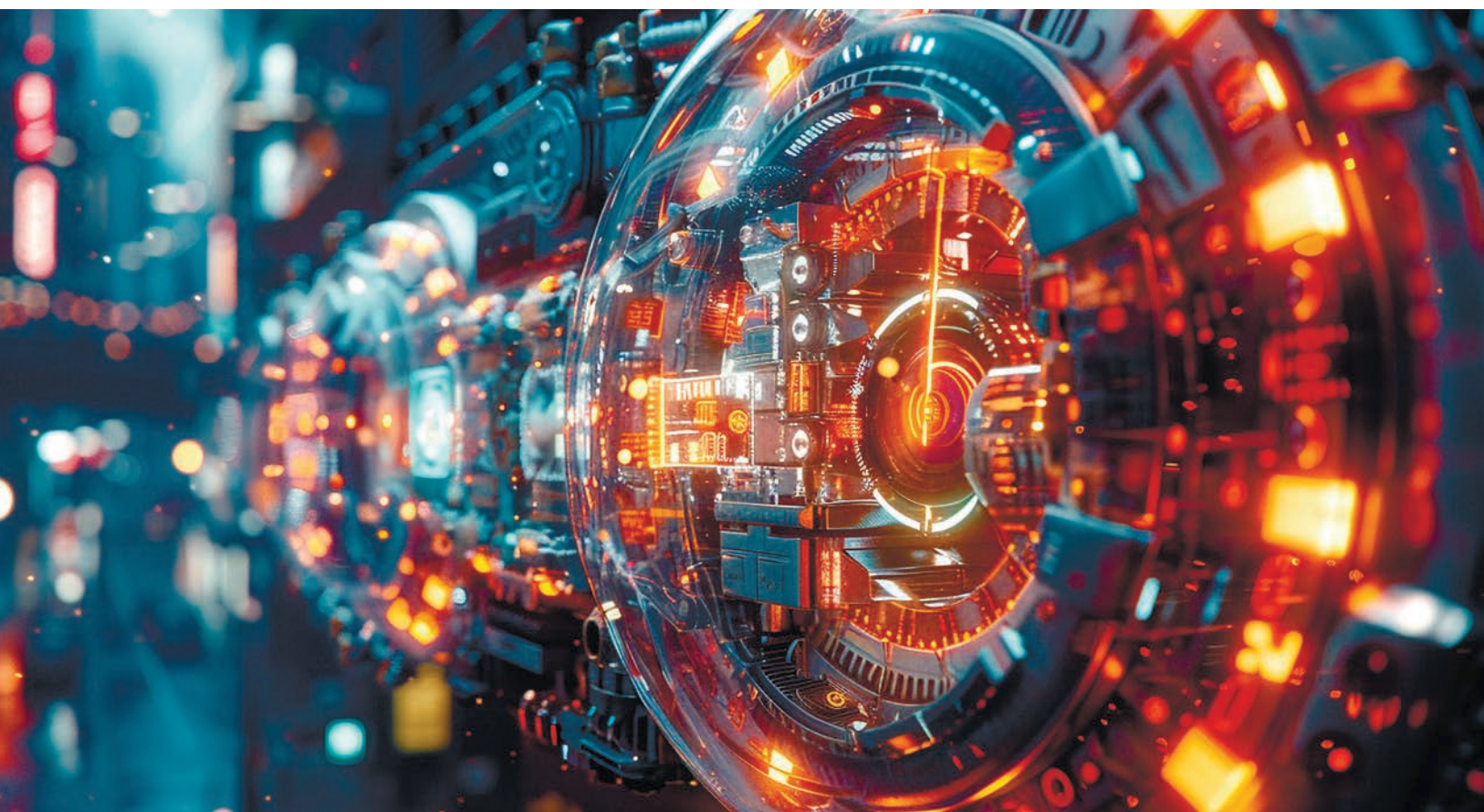


Видається Центром воєнної політики та політики безпеки з 2010 року

ОБОРОННИЙ ВІСНИК

№3/2026



КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ ОБОРОНИ



ОБОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ

КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ТА
ОБОРОНИ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Квантові обчислення, сенсори й захищений зв'язок можуть змінити можливості розвідки, навігації та управління. У статті оцінено стан цих технологій і перспективи їх застосування у сфері безпеки й оборони.



Засновник:
ЦЕНТР ВОЄННОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПОЛІТИКИ БЕЗПЕКИ

Головний редактор:

Гурак С.П.

www.defpol.org.ua



ПЕРЕДПЛАТНИЙ ІНДЕКС:
«Оборонний вісник»:

78448

(Електронне видання)

Видається з 2010 року
Свідectво про державну реєстрацію –
№787

від 14.03.2024 р.
(ідентифікатор R30-02992)

Періодичність виходу у 2026 році
- щоквартально

Адреса ЦВППБ:

04080, Україна,
м. Київ, вул. Оленівська 34-А,
тел. 425-95-95
тел./факс 425-95-95
e-mail: info@defpol.org.ua
Фото:

з відкритих джерел.

Думки авторів публікацій

«Оборонного вісника» не завжди
збігаються з позицією редакції

При використанні матеріалів посилання
на «Оборонний вісник» обов'язкове

ISSN 2306-6121

© Центр військової політики
та політики безпеки

КОСМІЧНА БЕЗПЕКА

НЕ ПРОСПАТИ «РАССВЕТ»: ЯК ЗУПИНИТИ
РОСІЙСЬКИЙ STARLINK ДО ЙОГО РОЗГОРТАННЯ

Росія формує низькоорбітальне супутникове угруповання «Рассвет», яке може посилити її військовий зв'язок. У матеріалі оцінено етапи розгортання, потенційні спроможності системи та пов'язані з нею ризики для України.



ПРОТИДІЯ БЕЗПІЛОТНИКАМ

БОЙОВІ ЛАЗЕРИ ПРОТИ ДРОНІВ: ДЕШЕВИЙ ПОСТРІЛ
ЧИ ДОРОГА ІЛЮЗІЯ?

Бойові лазери обіцяють знизити вартість ураження дронів, однак їхня ефективність залежить від умов застосування. У статті розглянуто практичні можливості цієї зброї та її основні обмеження.



ТАКТИКА СУЧАСНОГО БОЮ

ПОВЕРНУТИ МАНЕВР: ЯК ПОДОЛАТИ ДРОНОВИЙ
ГЛУХИЙ КУТ

Постійна загроза БпЛА ускладнює переміщення військ і підвезення ресурсів. У матеріалі показано, як поєднання розвідки, РЕБ, вогневого й інженерного забезпечення та роботизованої логістики може відновити умови для маневру.



На сайті Центру та на сторінці журналу у Facebook - актуальна інформація та аналітичні матеріали для допомоги військовим діяти усвідомлено

Сайт: www.defpol.org.ua

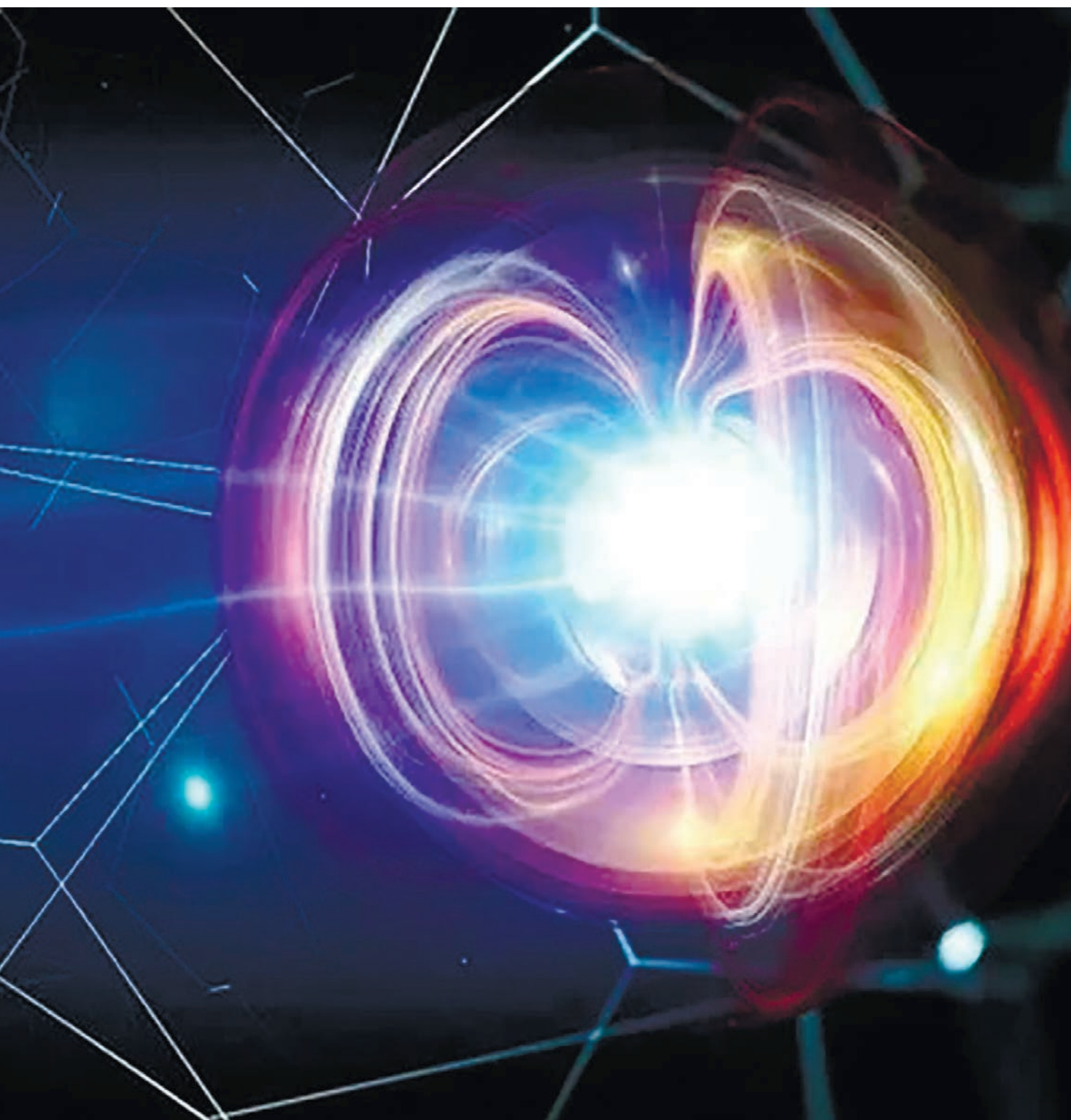
facebook.com/defpol.org.ua



КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ ТА ОБОРОНИ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕ



НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ КТИВИ





Віце-президент НАН України,
академік,
В. Горбулін



Доктор військових наук,
С. Мосов

Лідер у галузі квантових технологій матиме не лише найкращі технології – він матиме технології, які зроблять усі інші застарілими...

Професор Каліфорнійського університету П. Нараган

Тенденції розвитку форм і способів збройної боротьби, що висвітлені в низці літературних джерел, уже знайшли своє безпосереднє підтвердження в ході сучасних воєнних конфліктів.

Це масштабна дронізація, створення автономної смертельної зброї, активне використання штучного інтелекту (ШІ) та ін.

Разом з тим у світі відбувається стрімкий інноваційний розвиток квантових технологій (КТ), що здатні суттєво вплинути на багато видів людської діяльності. У міру того, як країни змагаються за використання трансформаційного потенціалу КТ, гонка за квантову перевагу покликана змінити глобальний стратегічний ландшафт.

КТ, будучи технологіями подвійного призначення, становлять значний інтерес для сфери національної безпеки та оборони. Крім того, КТ перестали бути технологією далекого майбутнього.

Проголошення ООН 2025 р. Міжнародним роком квантової науки та технологій і присудження Нобелівської премії з фізики 2025 р. за експерименти у сфері квантової фізики сприяли розвитку КТ, посилюючи міжнародну співпрацю та спонукаючи політиків та установи приділяти особливу увагу КТ у своїх інноваційних програмах.

Розвиток озброєння та військової техніки в умовах інноваційного середовища, згідно з одним із основних законів збройної боротьби, неминуче призводить до змін у способах ведення збройної боротьби, вдосконалення воєнного мистецтва, пошуку ефективних способів захисту від новітніх видів зброї та протидії їм у бойових умовах.

Четверта промислова революція призвела не тільки до розробки різноманітних автономних смертельних видів зброї, зокрема роботизованої, але й утворила сучасний науково-технічний ландшафт для початку на якісно новому рівні гонки озброєнь у всьому світі, суть якої полягала до недавнього часу в створенні роботизованих бойових платформ (повітряних, наземних, надводних і підводних), застосуванні технологій ШІ. Разом з тим, вона заклала потужні перспективи для п'ятої промислової революції — квантових технологій.

За оцінками зарубіжних експертів, ринок КТ у найближчі роки може подолати планку в \$2 трлн. Вигоду від цього мають отримати багато галузей і сфер: *атомна енергетика, хімічна промисловість, матеріалознавство, фінанси, транспорт, обчислювальна техніка, національна безпека й оборона тощо*. Згідно з експертним звітом про «Стан світової квантової індустрії у 2025 році», доходи світової квантової індустрії у 2024 р. перевищили \$1,45 млрд.



Ця сума включала, серед іншого, \$1,07 млрд від квантових обчислень і \$375 млн від квантового зондування. У звіті зазначається, що виручка від квантових обчислень зростає в середньому на 27% на рік і, за прогнозами, досягне \$2,2 млрд у 2027 р., тоді як виручка від квантового зондування зростає в середньому на 25% на рік і, за прогнозами, може досягти \$732 млн у 2027 р.

Протягом 2024 р. уряди виділили на КТ додатково \$3,1 млрд, у результаті чого загальний обсяг державного фінансування становив приблизно \$44,5 млрд. На частку Китаю припало 34% від загального обсягу світових державних інвестицій (\$15 млрд), за ним йдуть США (\$7,7 млрд) і Велика Британія (\$4,3 млрд).

Консорціум з розвитку квантової економіки (QED-C) опублікував свій звіт «Стан світової квантової індустрії 2026», згідно з яким у 2025 р. світовий ринок КТ сягнув \$1,9 млрд, при цьому на квантові обчислення припало \$1,4 млрд, а на квантове зондування — \$470 млн. За прогнозами QED-C, до 2028 р. ринок квантових обчислень досягне \$3 млрд при щорічному темпі зростання 30%, а ринок квантового зондування — 1,1 млрд при зростанні на 32% за той самий період. Інвестиції різко зросли як у державному, так і в приватному секторах.

Державні інвестиції у 2025 р. становили \$12,7 млрд, що більш ніж учетверо перевищує показник 2024 р. Унаслідок цього сукупний обсяг державного фінансування квантових технологій у світі досяг приблизно \$56,7 млрд.

У галузі квантових обчислень немає єдиного світового лідера. IBM, Google, Microsoft та Quantinuum вважаються найсильнішими гравцями на Заході, тоді як Китай став головним глобальним конкурентом, запропонувавши конкурентоспроможне обладнання. Змагання настільки напружене, що лідерство залежить від того, що саме вимірюється: *кількість кубітів, частота помилок, практична застосовність або доступність хмарних сервісів*.

До провідних компаній у сфері квантового зондування належать: Vektor Atomic (високоточні атомні годинники), AOSense (атомна інтерферометрія та гравіметрія), Exail (гравіметрія), QuSpin і Twinleaf (оптичні магнітометри), SBQuantum (виробництво NV-алмазів), Rydberg Technologies (багатодіапазонні приймачі на основі атомів Ридберга), Q-CTRL (квантові інерційні системи) та ін.

Проблемні питання

Як і всі попередні промислові революції, квантова революція починає призводити до масштабних змін у світі, бо КТ — це не просто новий інструмент, а це зміна парадигми з далекосяжними геополітичними наслідками.

Фактично — це нова форма важеля впливу. За словами американського професора П. Нарагана, «лідер у галузі квантових технологій матиме не просто найкращі технології — він матиме технології, які зроблять усі інші застарілими».

Такий потенціал нагадує про економічну міць універсальних технологій — технологій, які стимулюють розвиток існуючих галузей, а також створюють новітні. Це не просто чергові

технологічні перегони. Це змагання, в якому переможець забирає все, і яке визначить глобальні структури влади на наступне століття».

Розвиток КТ відрізняється від типового розвитку таких відомих сучасних технологій, як мобільні телефони, електромобілі чи навіть генеративний ШІ. Різниця полягає у відмінності між звичайними інноваціями та масштабними історичними змінами. КТ покликані вирішувати найскладніші завдання, маючи можливості, які ще кілька десятиліть тому здавалися науковою фантастикою.

Важливо підкреслити, що успіх, за висновками зарубіжних експертів, вимірюватиметься не тим, яка країна домінує у сфері проривних розробок, а тим, хто зможе докорінно змінити економіку через впровадження КТ, прискорити виведення продукції на ринок та усунути перешкоди для її впровадження.

У міру того, як КТ переходять від етапу перевірки концепції до впровадження, виникає низка проблемних питань, пов'язаних з їх розробкою та впровадженням. КТ залежать від низки складових: *компонентів, які не мають комерційних аналогів; термінів постачання, що обмежують терміни розгортання незалежно від того, який тип кубіта виявиться найефективнішим; інвестицій; наявності виробничого потенціалу та необхідного обладнання; висококваліфікованих кадрів і політичної волі керівництва країни*. Порушення однієї з ланок ланцюжка може паралізувати дослідження та розробку КТ і в будь-який момент призвести до втрат переваг перед конкурентами.

Так, наприклад, у звіті «Критичні вразливості в ланцюгу постачання квантових обчислювальних систем у рамках Альянсу НАТО» (2025) Трансатлантичної квантової спільноти НАТО (TQC) наведено інформацію про виявлення критичної вразливості чотирьох типів кубітів — надпровідних, захоплених іонів, фотонних та напівпровідникових спінових — і семи перспективних технологій.

При цьому враховувалися такі показники, як кількість постачальників у рамках НАТО, лідерство у дослідженнях і розробках, можливості масштабування, позиція у сфері інтелектуальної власності та вразливість ланцюга поставок.

Кріогенні системи є найбільш критичним вузьким місцем для надпровідних та деяких спін-кубітних систем. Вони охолоджують квантові процесори до температур нижче 10 мілікельвінів — у сотні разів нижче, ніж у відкритому космосі, — що дозволяє досягти майже нульового електричного опору, необхідного для підтримки когерентності надпровідних кубітів.

Незважаючи на наявність постачальників на ринку, шестидев'ятимісячні терміни постачання стають обмежувальним фактором, коли розробники квантових комп'ютерів оновлюють обладнання кожні 12–18 місяців.

Високопріоритетним ризиком вважається залежність від гелію-3, що використовується для квантового охолодження. Завдяки йому забезпечуються наднизькі температури, необхідні для багатьох квантових комп'ютерів, шляхом змішування рідкісних ізотопів гелію-3 та гелію-4 (звичайного гелію для повітряних кульок).

Рідкоземельні елементи (з атомними номерами 57–71) створюють проблему іншого характеру в ланцюжку постачання, пов'язану з їхньою концентрацією. Незважаючи на свою назву, ці елементи не є особливо рідкісними. Проблема полягає в їх переробці в надчисті форми, необхідні для квантових систем.

Для квантових систем потрібні певні рідкоземельні елементи залежно від їхньої конструкції. Фотонні квантові системи, наприклад, потребують ербію (Er) та ітербію (Yb) для оптичних компонентів, що генерують, контролюють та детектують окремі фотони.

Волоконні лазери, леговані ербієм, широко використовуються в традиційних телекомунікаціях для підсилення сигналів, які передаються по оптичних волокнах у діапазоні довжин хвиль 1550 нм, що ідеально підходить для далекого зв'язку за допомогою волоконної оптики.

Системи нейтральних атомів, що використовують окремі атоми для кодування квантової інформації, базуються на надзвичайно важливих мінералах, таких як лужні метали, наприклад, рубідій (Rb) та стронцій (Sr).

Ніобат літію (LiNbO_3) — це спеціалізований нелінійний оптичний матеріал, який дозволяє управляти рухом фотонів, генерувати окремі фотони та направляти їх через схеми — і все це з мінімальною втратою квантової інформації. З ним тісно пов'язаний титанат барію (BaTiO_3). Квантові технології значною мірою покладаються на ніобат літію (або титанат барію) для електрооптичних модулаторів, перетворювачів частоти та інтегральних фотонних схем, які управляють рухом окремих фотонів.

Виробництво матеріалу не є достатньою умовою. Треба володіти ноу-хау щодо його обробки. Ключовою умовою використання цих матеріалів у квантових пристроях є можливість піддавати ніобат літію та алмаз хімічному травленню й обробці зі збереженням їхніх характеристик.

Виробництво напівпровідників впливає практично на всі квантові платформи. Ланцюги постачання та виробничі потужності в напівпровідниковій сфері становлять наскрізні ризики.

Електроніка управління для всіх типів кубітів (надпровідних, на основі захоплених іонів, фотонних, нейтральних атомів) вимагає спеціалізованих мікросхем, зокрема програмованих користувачем вентильних матриць і спеціалізованих інтегральних схем.

Виготовлення іонних пасток, виробництво надпровідних квантових мікросхем і, особливо, напівпровідникових спінових кубітів вимагають передових виробничих можливостей. Спінові кубіти, що кодують квантову інформацію у спіні електронів у кремнії, стикаються з унікальними проблемами у виробництві.

Американо-ізраїльська війна з Іраном, яка наразі перебуває у стані нестабільного перемир'я, виявила структурний збій у глобальному ланцюгу поставок напівпровідникової пам'яті. Потенційно проблемною може стати і ситуація з бромом, з якого спеціалізовані постачальники хімікатів виробляють газоподібний бромід водню напівпровідникової якості — хімічну речовину, яку південнокорейські заводи використовують для створення транзисторних структур у кожній мікросхемі динамічної оперативної пам'яті (DRAM) та флеш-пам'яті NAND у світі.





Слід звернути увагу на те, що зазначена проблемна ситуація виходить за межі комерційних технологій. Так, наприклад, більшість систем наведення, радіолокаційних модулів та комплексів РЕБ, що використовуються збройними силами США, працюють на мікросхемах DRAM і NAND.

Застосування відповідних політичних та інвестиційних інструментів для забезпечення квантової стійкості визначає, чи буде забезпечено масштабування КТ, чи скоротяться терміни їх розгортання з років до місяців, і чи зможе країна зберегти промисловий потенціал для підтримки як оборонних застосувань, так і комерційних ринків.

Політичні заходи повинні усунути вузькі місця з тією терміновістю, на яку вони заслуговують — не в багаторічних планах, а в рішеннях щодо закупівель, інвестицій у виробництво та реформ регулювання, які можна реалізувати протягом 18–24 місяців. При цьому слід зазначити, що результати політичних заходів мають оцінюватися через відношення прибутків до витрат, тобто за співвідношенням «ефективність/вартість».

Розвиток кадрового потенціалу визначає, чи зможе квантова технологія перейти від прототипів до серійного виробництва. Жодні політичні зусилля, спрямовані на розвиток КТ, не зможуть бути успішними без фахівців, які розуміють принципи, виконують роботу та досягають реальних результатів.

Створення системи підготовки фахівців у сфері КТ може забезпечити кар'єрне зростання та потенціал розвитку. Технічні фахівці та інженери повинні опанувати практичні виробничі навички, які дозволять їм зрозуміти, як застосовувати КТ у сенсориці, вимірюваннях, інженерії та розробці продукції. Підтримка такої робочої сили має включати на-

вчальні заклади та програми сертифікації, які готуватимуть фахівців у галузі передового виробництва, а також програми бакалаврату та магістратури, орієнтовані на навчання необхідним практичним навичкам, що розвиваються в аудиторіях та лабораторіях.

Квантове лідерство країн

КТ стали новим рубежем конкуренції між великими державами у XXI ст. Країни по всьому світу розглядають їх як стратегічні активи, які здатні в майбутньому забезпечити конкурентні економічні переваги, воєнну могутність і технологічний суверенітет.

Країни, компанії та науково-дослідні організації по всьому світу змагаються за квантову перевагу, оскільки країни, що лідирують у цій сфері, найімовірніше, визначатимуть технологічну та економічну міць цього та наступного століття.

Інвестиції в інфраструктуру квантових досліджень, університетські програми та стартап-екосистеми значно прискорилися з 2020 р. Кількість країн, що актуалізували сферу КТ і активно її розвивають, постійно зростає та вже наближається до двох десятків у всьому світі.

США завжди посідали провідні позиції у сфері інновацій, і зараз вони очолюють наступ у сфері КТ. У країні зберігаються значні федеральні інвестиції у квантові обчислення (\$7,7 млрд), що здійснюються низкою відомств. У межах затвердженої Національної квантової ініціативи (NQI) було виділено приблизно \$1,2 млрд на п'ять років (2019–2024), а згодом її продовжено із додатковим фінансуванням у розмірі \$1,8 млрд (2025–2029). NQI — це початок нової хвилі технологій. Такі відомі в світі американські компанії, як Google,



IBM та Microsoft, лідирують у гонці за розробкою нових проривних технологій разом з урядом США.

У стратегічному плані Сполучені Штати прагнуть зберегти своє лідерство у квантових дослідженнях та убезпечитися від стратегічних несподіванок.

Вони також приділяють особливу увагу розвитку кадрового потенціалу у сфері КТ і нарощуванню внутрішніх потужностей у таких напрямках, як квантові матеріали та виробництво, щоб уникнути залежності від іноземних ланцюгів постачання.

Китай зробив квантові обчислення центральним елементом своєї національної технологічної стратегії. Однією з пріоритетних особливостей стратегії Китаю є його зосередженість на інфраструктурі квантового зв'язку поряд з обчислювальними системами. Він також створив розгалужені мережі квантових волоконно-оптичних кабелів у межах країни (з'єднавши Пекін і Шанхай захищеними каналами QKD) і прагне розширити національну магістраль квантового зв'язку до 2030 р.

У гонці за квантову перевагу Китай, найімовірніше, є найнебезпечнішим конкурентом США. Економіка країни досягла значних успіхів у сфері квантових обчислень, а уряд інвестує мільярди доларів (\$15 млрд) як у дослідження, так і в розвиток інфраструктури. Одним із найбільших досягнень Китаю в сфері КТ став запуск квантового супутника «Міціус» у 2016 р., який продемонстрував квантовий розподіл ключів (QKD) з космосу. Це свідчить про рішучість країни стати

лідером у сфері квантових обчислень та зв'язку. Перевага Китаю частково полягає в його здатності «силою» рухатися вперед, спрямовуючи ресурси, у тому числі людські, на розв'язання проблем.

Китай і США визнають економічні та безпекові переваги, які можна отримати, ставши першою країною, яка освоїть різноманітні КТ. Вони прагнуть лідерства у сфері КТ, застосовуючи різні підходи до інновацій та інтеграції науки й промисловості, що відображають їхні ширші політичні та економічні моделі.

Обидві країни вивели КТ на світову арену глобальної технологічної конкуренції. Це можна порівняти із суперництвом за ядерні можливості, що мало місце в період «холодної війни».

На відміну від «холодної війни», результатом такої конкуренції стане квантовий комп'ютер, а той, хто першим розробить квантові обчислення, отримає відчутні воєнні переваги в криптографії, виявленні та обробці інформації, не кажучи вже про символічну перемогу в технологічній сфері, стратегічно важливі для всіх світових держав.

Значно прискорила реалізацію своїх амбіцій у сфері КТ Велика Британія. Відмінною рисою британського розвитку КТ є його ранній старт та послідовність. Велика Британія однією з перших визначила КТ як стратегічний пріоритет і вкладала в них значні кошти. Її часто називають третьою за величиною квантовою державою після США та Китаю. Сполучене Королівство прагне зберегти свої лідерські позиції.

Воно робить акцент на розширенні квантової галузі, розвитку кваліфікованої робочої сили, підтримці інновацій від зародження до комерціалізації та захисті квантової переваги. Національна стратегія розвитку КТ, започаткована ще у 2023 р., передбачає виділення £2,5 млрд протягом десяти років (2024–2034) на дослідження та розробки у сфері КТ. 17 березня 2026 р. уряд оголосив про виділення додаткових £2 млрд на закупівлю та масштабування квантових обчислень.

ЄС складається з країн-членів, які працюють як індивідуально, так і колективно над розвитком квантових обчислень. Велика Британія, Німеччина, Франція та Нідерланди, об'єднані в єдиний блок, вже є лідерами у сфері квантових технологій у Європі. Європа займає значно сильнішу позицію порівняно з рештою світу завдяки активним внутрішнім зусиллям держав-членів ЄС, що вживаються як індивідуально, так і колективно.

ЄС прагне не лише розвивати науку, а й перетворювати це на економічні та стратегічні вигоди, зберігаючи при цьому європейські цінності та технологічну автономію. Програма ЄС з квантових технологій (EU Quantum Flagship), бюджет якої становить 1 млрд євро і яка розрахована на період з 2018 до 2028 року, об'єднує квантові дослідження в країнах-членах ЄС. Загалом підхід ЄС до квантової геополітики характеризується багатонаціональною співпрацею, активною участю державного сектору та превентивним управлінням.

Разом з цим, квантово-технологічна стратегія Німеччини ґрунтується на власній національній програмі вартістю 2 млрд євро, покликаний закріпити за країною статус лідера у сфері КТ. Не відстає від Німеччини Франція. Французький національний план розвитку квантових технологій передбачає виділення 1,8 млрд євро на п'ятирічний період. Стратегія позиціонує квантові обчислення у рамках ширшої ініціативи

щодо забезпечення цифрового суверенітету, підкреслюючи європейську технологічну незалежність.

Прихильність Японії до квантових досліджень підтверджується інвестиціями та інтересом уряду, а також великих компаній до розробки КТ. Будучи світовим лідером у виробництві напівпровідникових матеріалів та обладнання, Японія щосили намагається не відставати від США та Китаю в їхніх масштабних інвестиціях у передові технології.

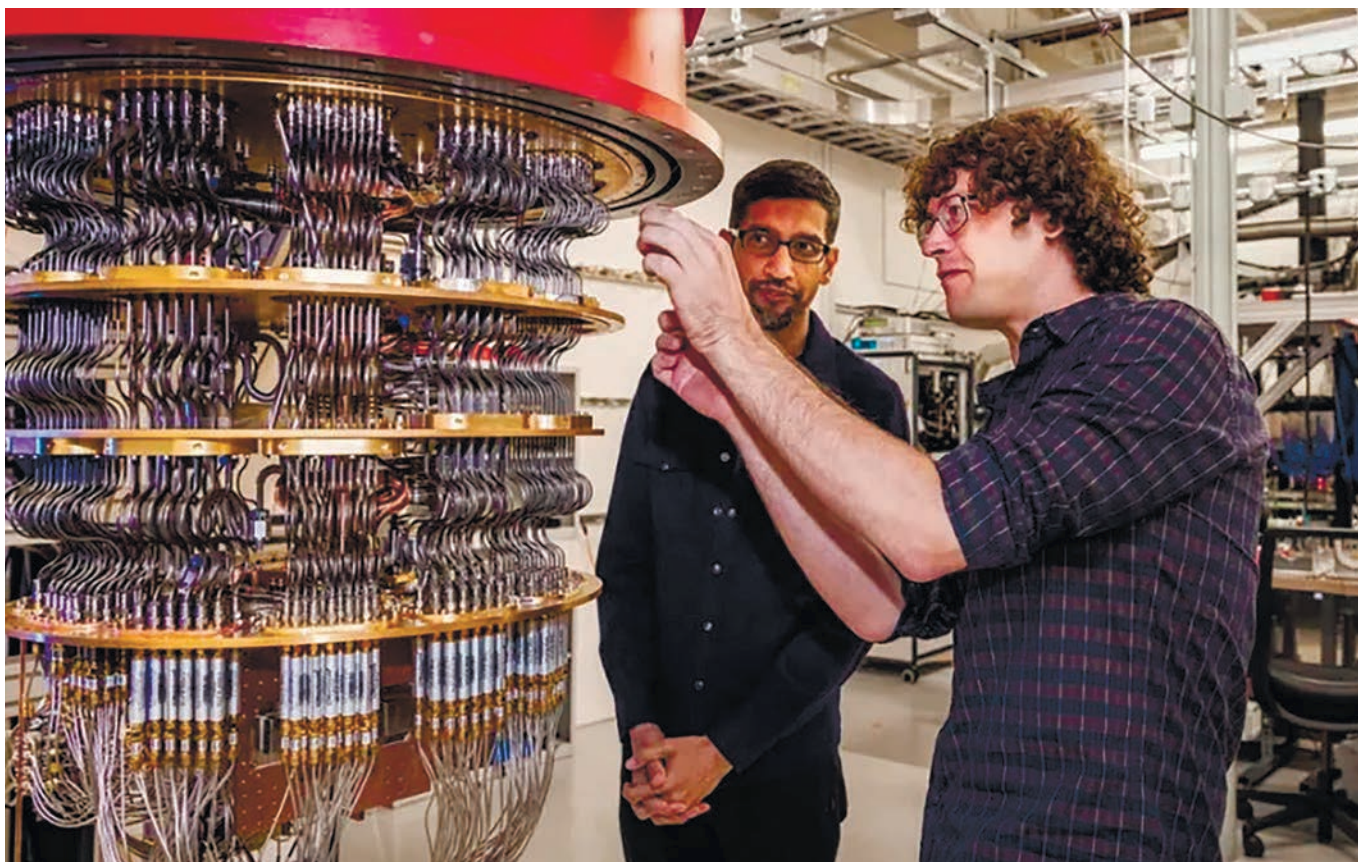
Уряд Японії виділив \$7 млрд на дослідження в галузі мікросхем наступного покоління та квантових обчислень, що свідчить про прагнення забезпечити собі конкурентну перевагу в критично важливих технологіях.

Канада стала помітним конкурентом у сфері квантових обчислень завдяки своєму багатому кадровому резерву академічних дослідників і перспективним квантовим стартапам. Країна значно збільшила свої інвестиції в КТ у рамках численних програм.

Так, у федеральному бюджеті на 2025 р. у рамках Стратегії оборонної промисловості було виділено \$ 334 млн на п'ять років для зміцнення квантової екосистеми.

Південна Корея швидко стає міжнародним гравцем у сфері квантових обчислень. Країна виділила близько \$2,3 млрд на розвиток квантових обчислень до 2035 р.

Маючи досить потужну академічну базу та процвітаючу екосистему квантових стартапів, Австралія готується стати великим гравцем на ринку КТ. Вона вже інвестувала у дослідження та розробки у сфері квантових обчислень загалом \$ 2 млрд.





Індія вступила у гонку КТ порівняно недавно, спровокована бажанням не пропустити найважливішу технологію майбутнього. Маючи розвинену ІТ-галузь і велику кількість наукових талантів, Індія розглядає квантові обчислення та пов'язані з ними технології як можливість зробити стрибок уперед, спрямований на зміцнення своєї безпеки й економіки.

Вона демонструє значний прогрес у сфері квантових обчислень і отримує дедалі більше державного фінансування, а академічні дослідження набувають ще більшого значення. У 2023 р. було запущено Національну квантову місію, на яку виділено близько \$1 млрд державного фінансування на квантові обчислення та пов'язані з ними КТ.

Ці інвестиції свідчать про прагнення Індії зайняти міцні позиції у сфері квантових обчислень до настання очікуваних етапів комерціалізації.

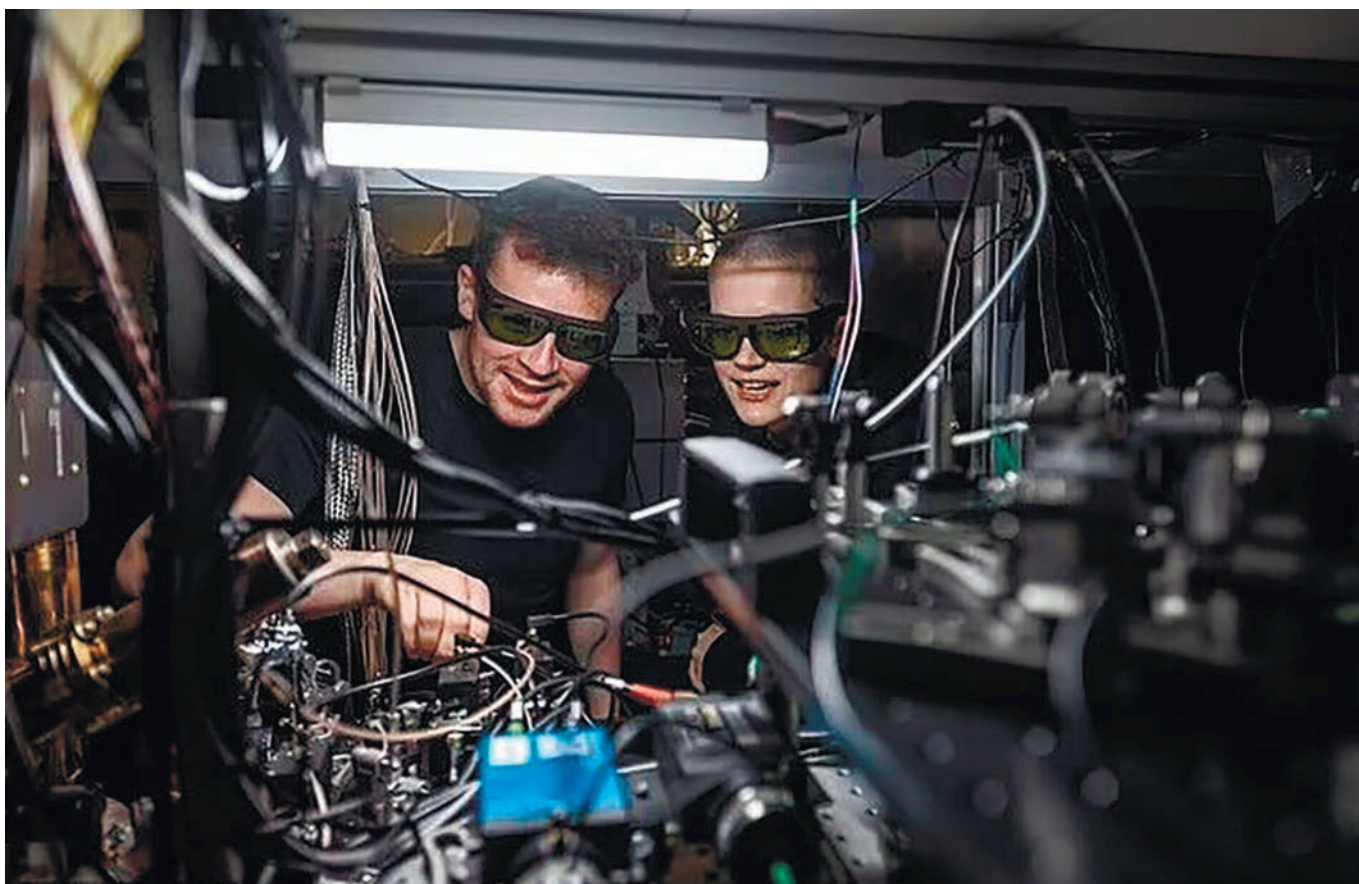
Ізраїль створив потужну екосистему квантових обчислень, яка підтримується державними, академічними та венчурними інвестиціями. Ізраїльська сфера квантових обчислень стала проривною в 2025 р. — обсяг залучених інвестицій становив майже \$500 млн, що робить країну одним із найактивніших і найрізноманітніших центрів квантових обчислень у світі.

Багато хто не знає, що РФ досягає успіхів у сфері квантових обчислень. Наприкінці 2010-х років Росія вжила заходів для активізації своїх зусиль у сфері КТ, виділивши значні державні кошти (\$790 млн) та зосередивши увагу на сферах, що відповідають її потребам у галузі безпеки та економіки. Варто зазначити, що російська програма щодо розвитку КТ, попри свої масштаби, стикається з перешкодами.

Західні санкції та експортний контроль (особливо з 2022 р.), ймовірно, ускладнили імпорт спеціалізованого обладнання, такого як надпровідна електроніка, лазери або кріоохолоджувачі, які постачались із США або Європи для російських лабораторій.

Незважаючи на це, країна вкладає значні кошти в дослідження у сфері КТ, хоча ця сфера залишається менш відомою порівняно з іншими країнами. Її присутність у квантовій геополітиці проявляється у ролі рішучого гравця середнього рівня. Можна очікувати, що РФ продовжуватиме розвивати КТ, можливо, співпрацюючи з Китаєм.

Україна. За висновками члена-кореспондента НАН України А. О. Семенова, озвученими на Президії НАН України 02.07.2025 р., стан справ з розвитком КТ в Україні «не дуже гарний, а точніше — критично незадовільний». Найбільшою проблемою вважається «тотальне відставання України в екс-





периментальних дослідженнях. І такий стан справ становить серйозну загрозу національній безпеці, оскільки навіть у разі закупівлі сучасного обладнання відсутність достатньої кількості кваліфікованих інженерних і технічних кадрів унеможливує його ефективне використання». Разом з тим, перспективи залишаються оптимістичними.

За визначенням зарубіжних експертів, щоб виграти квантові перегони, необхідно спиратися на політичну та інвестиційну базу й просувати далекоглядну та гнучку стратегію, що охоплює стійкість ланцюгів постачання та внутрішні виробничі потужності, державно-приватні та академічні партнерства в галузі інфраструктури, а також стратегічний розвиток трудових ресурсів.

Сфера національної безпеки та оборони

У сфері національної безпеки та оборони (НБіО) у найближчій перспективі передбачається використання квантових обчислень, квантових датчиків та квантового зв'язку для вдосконалення планування операцій різного характеру та призначення, прогнозування викликів, небезпек і загроз, забезпечення безпечного й надійного зв'язку та випробувань зброї.

Разом з тим, інтеграція КТ у сферу НБіО залишається на сьогодні складним завданням, що зумовлено високим рівнем вимог, які значно відрізняються від вимог цивільного, зокрема промислового або наукового, сектору.

Наприклад, вимоги до точної навігації авіаційних засобів ураження передбачають високу швидкість вимірювань, що може стати значним обмежувальним фактором для існуючих квантових інерціальних датчиків.

КТ розглядаються як найважливіший чинник розвитку

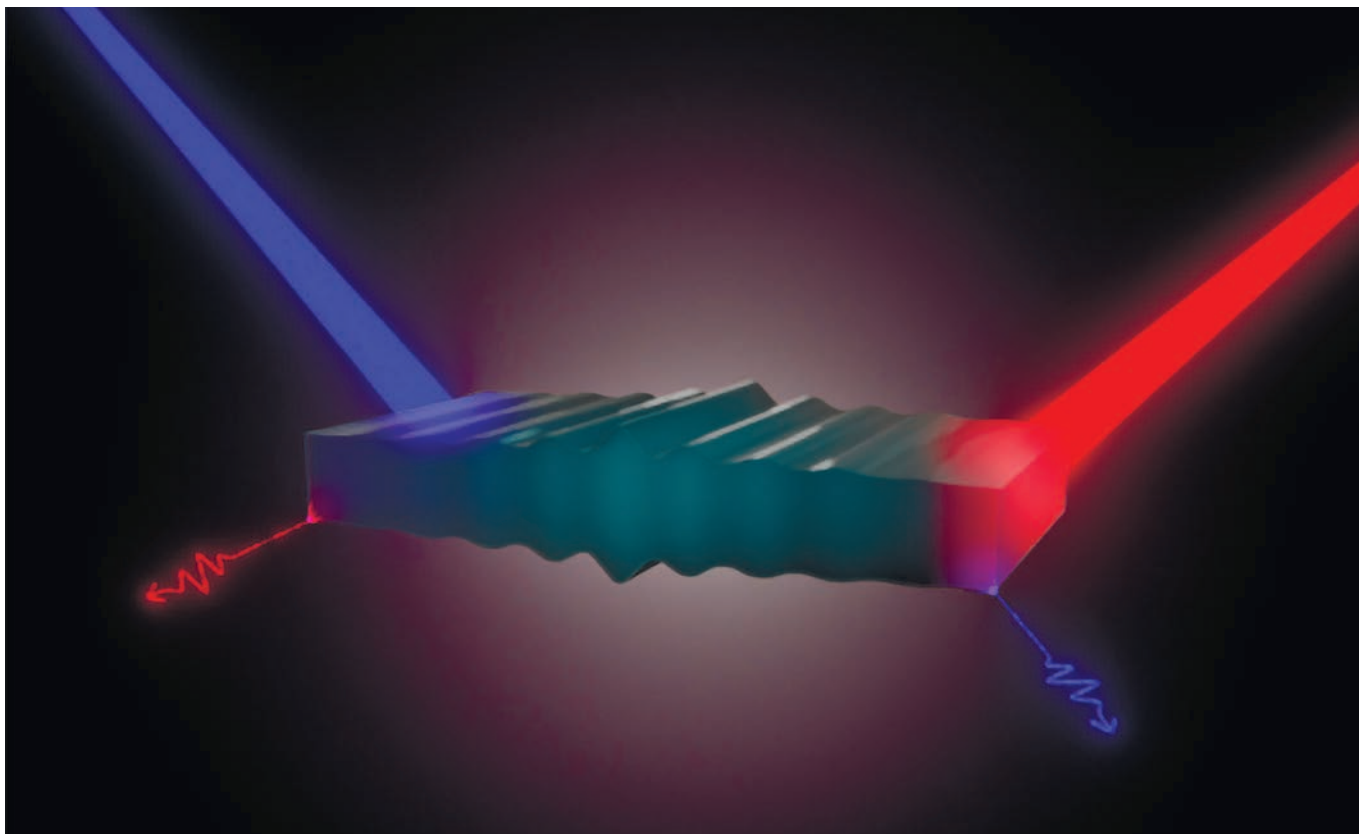
воєнної могутності провідних країн світу, настільки важливий, що вони згадуються поряд із ІІІ та гіперзвуковими технологіями у документах оборонної стратегії низки країн. КТ не призначені для створення принципово нової зброї чи автономних систем військового призначення, але дозволять значно розширити можливості обчислювальної потужності, вимірювання, сенсорики, точності та ефективності існуючих і майбутніх технологій військового призначення.

Отже, застосування квантових комп'ютерів у великих масштабах дозволить, за висновками експертів, зламати сучасні стандарти шифрування, поставивши під загрозу безпеку комунікацій і даних не лише в окремо взятій країні, а й у всьому світі. Сучасна цифрова інфраструктура — від військового зв'язку до банківської справи та електронної комерції — ґрунтується, як правило, на класичному шифруванні, яке квантові алгоритми (наприклад, алгоритм Шора) зрештою можуть зламати.

Перспектива появи криптографічно значущого квантового комп'ютера (CRQC), що буде мати такі можливості (експерти називають такий день «днем Q»), розглядається як потенційний фактор, здатний змінити правила гри у сфері НБіО. Вважається, що країна, яка першою розробить такий комп'ютер, отримає можливість розшифровувати секретні комунікації суперників (супротивників), що дасть їй значну перевагу в розвідці та військовій справі.

До завдань, що можна буде вирішувати у воєнній сфері за допомогою квантових обчислень найближчого майбутнього, належать: *планування місії (операції), моделювання можливого воєнного конфлікту або ситуації на полі бою, воєнні ігри, прийняття рішень на різних рівнях військового та державного управління, проектування озброєння та військової техніки, аналіз радіочастотного спектру, управління логістикою, оптимізація ланцюгів поставок, управління енергією тощо.*

Квантова обробка інформації набуває важливого значення



для розвідки, спостереження, цілевказівки та рекогносцировки (ISTAR) або ситуаційної обізнаності. ISTAR отримає значні переваги від квантових обчислень, які розширять можливості фільтрації, декодування, кореляції та ідентифікації ознак у сигналах і зображеннях, отриманих ISTAR.

Очікується, що в найближчому майбутньому ситуаційна обізнаність і розуміння можуть отримати переваги від квантового аналізу зображень та виявлення образів із використанням нейронних мереж.

Можна очікувати значного впливу квантових обчислень, які допоможуть в отриманні нових розвідувальних даних, обробці великих масивів даних спостереження та розвідки, а також в ідентифікації цілей із використанням квантового машинного навчання та ШІ.

Розподілені квантові обчислення через квантову мережу матимуть важливе значення для військових та державних структур, на оснащенні яких будуть квантові комп'ютери для створення високопродуктивних квантових обчислювальних сервісів або квантової хмари.

Одним із найбільш досконалих застосувань квантових мереж є квантовий розподіл ключів. Ця технологія стане цікавою для сфери НБіО в найближчій перспективі. Окрім квантового розподілу ключів (QKD), квантова мережа може використовуватися для квантово-захищеного прямого зв'язку між космічними, спеціальними, повітряними, морськими та наземними засобами в інтересах виконання завдань у сфері НБіО.

Квантова криптографія може забезпечити більш безпечний зв'язок, де інформація буде доступна лише з певної географічної точки, наприклад, зв'язок із військовими супутниками буде відбуватися лише з певних військових баз. Квантова

мережа забезпечуватиме синхронізацію мережесих годинників.

Точна синхронізація годинників необхідна для взаємодії систем C4ISR (командування, управління, зв'язок, комп'ютери, розвідка, спостереження та рекогносцировка) з метою точної синхронізації різних даних і дій у радіолокаційних системах, системах РЕБ, командних центрах, системах озброєння та ін.

Очікується, що КТ значно покращать системи позиціонування, навігації та синхронізації (PNT), особливо інерціальну навігацію. Стандарти часу та передача частоти (TFT) — це фундаментальна послуга, що забезпечує точну синхронізацію для зв'язку, метрології, а також глобальних супутникових навігаційних систем (GNSS). Хоча існуючі системи TFT добре налагоджені, продуктивність оптичних атомних або квантових годинників у поєднанні з TFT, що використовують квантові мережі, відповідатиме зростаючим вимогам сучасних застосувань (військовий зв'язок, GNSS, радары, системи РЕБ тощо).

Квантово-енергетична перевага проявиться в умовах відсутності GPS-сигналу або в складних оперативних умовах, забезпечуючи точність дій. Прикладами таких умов є підводні та підземні умови, а також умови, коли, наприклад, GPS-сигнал пригнічується засобами РЕБ (безпілотні літальні апарати, наземні робототехнічні комплекси, морські безпечні катери).

Прогрес очікується від квантових датчиків, розміщених на окремих наземних (морських, повітряних) транспортних засобах та низькоорбітальних супутниках. Високоточне квантове магнітне та гравітаційне зондування дозволить вирішувати низку завдань: виявлення замаскованого озброєння та військової техніки; пошук флоту кораблів або окремих кораблів з низькоорбітальних супутників; виявлення

підземних споруд, таких як печери, тунелі, підземні бункери, дослідницькі об'єкти та ракетні шахти; локалізація вибухонебезпечних предметів (наземні міни, підводні міни та саморобні вибухові пристрої), що знаходяться під ґрунтом.

Військово-морський флот Великої Британії вже випробовував квантові магнітometri для невеликих підводних об'єктів. Китай експериментував із квантовими магнітometri, встановленими на БпЛА, для відстеження підводних рухів з повітря; американські вчені досліджували навігаційні комплекти без GPS, засновані на атомній інтерферометрії; а британські дослідники продемонстрували гравітаційні датчики для виявлення порожнин і тунелів. РФ розробляє квантову навігацію для протидії РЕБ.

Квантова візуалізація може слугувати засобом спостереження в умовах слабкого освітлення або низького співвідношення сигнал/шум, наприклад, у тумані, пилу, диму або вночі, що надасть відповідну перевагу. Квантова візуалізація з низьким співвідношенням сигнал/шум від цілі (об'єкта) може допомогти у виявленні, класифікації та ідентифікації цілей із низьким співвідношенням сигнал/шум або прихованими видимими сигнатурами та потенційно протидіяти маскуванню об'єктів противником.

При цьому слід зазначити, що квантові датчики не зроблять сучасні системи озброєння в одну мить застарілими, але з часом вони підірвуть їхню живучість і стримувальний потенціал.

Згідно з висновками західних експертів, перша країна, яка впровадить КТ в оборонну сферу, усуне порівняльну перевагу підводних човнів і літаків-невидимок, змінивши як ядерне стримування, так і традиційні методи ведення збройної боротьби. Наслідки будуть особливо помітними в таких сферах, як підводна війна, літаки-невидимки та ракети. У міру вдосконалення квантових датчиків платформи, розроблені з урахуванням невидимості та прихованості, повинні будуть адаптуватися до підвищеної ймовірності їхнього виявлення.

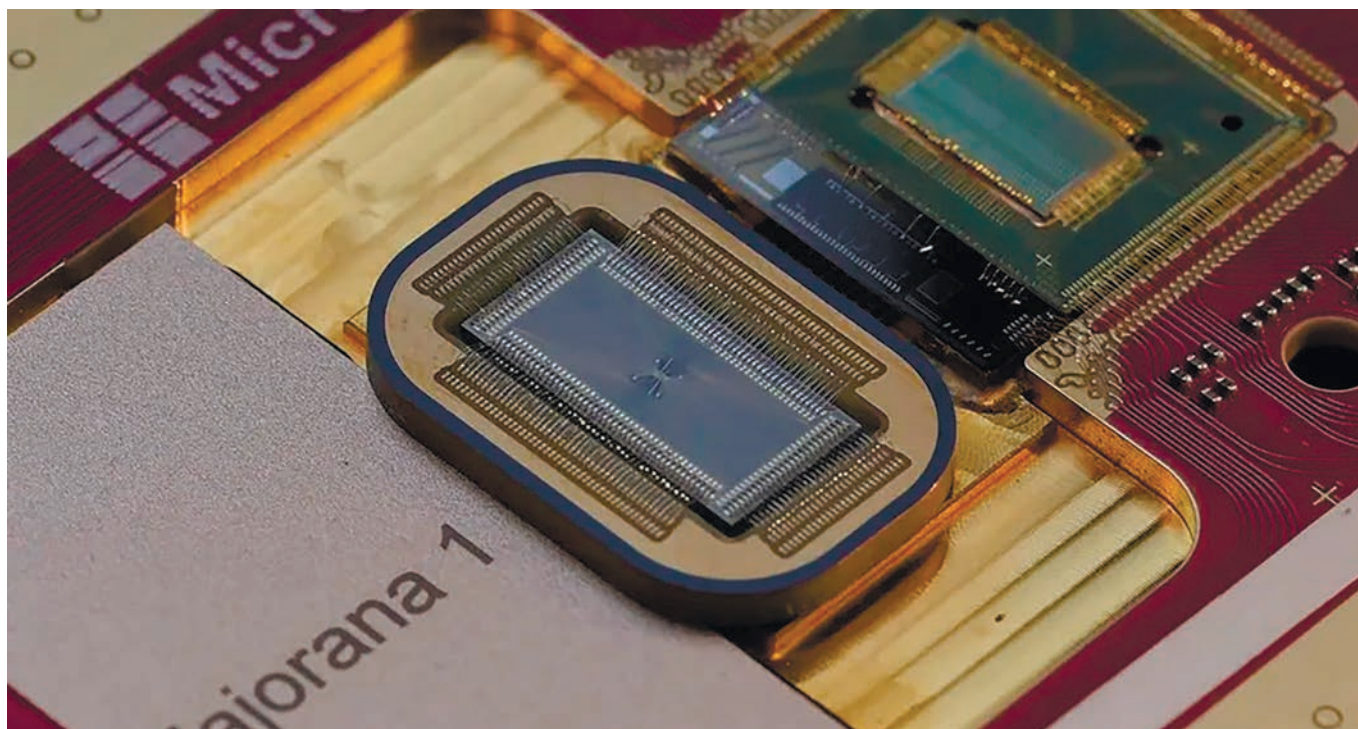
Незважаючи на те, що досягнення у сфері КТ демонструють багатообіцяючі результати, перш ніж ці переваги можна буде реалізувати у сфері НБіО та безпосередньо на полі бою, ще доведеться розв'язати безліч проблемних питань, на які автори вже звернули увагу.

Апаратні обмеження, виправлення помилок, чутливість до навколишнього середовища та висока вартість розробки стають суттєвими перешкодами на шляху впровадження КТ. Інтеграція цих технологій у засекречені середовища вимагає розробки надійних протоколів безпеки та перевірки працездатності. Існують також ризики, пов'язані з можливим витоком інтелектуальної власності конкуренту (супротивнику) та необхідністю експортного контролю.

Перехід від лабораторних умов до умов, характерних навіть для сучасної збройної боротьби (наприклад, збройна агресія Росії проти України), вимагає значного часу. Пристрої та системи, які добре функціонують у контрольованих умовах, будуть давати збої під впливом різних факторів: *руху, перепадів температури та фонового шуму, характерних для реальних умов бойових дій*. Обмеження щодо розміру, ваги, енергоспоживання та вартості додають ще один рівень складності, оскільки лише деякі системи можуть відповідати суворим вимогам щодо ведення бойових дій.

Актуалізовані у статті проблемні питання не заперечують військову цінність КТ, але нагадують про суперечливий характер сучасного квантового середовища. Кожна революційна технологія, від радара до GPS і технологій невидимості, проходила складні інженерні етапи, перш ніж змінити тенденції збройної боротьби.

Квантові системи зондування зараз перебувають на цьому етапі: вони є нестабільними, але швидко розвиваються, причому кожна ітерація наближає їх до створення надійних систем, придатних для розгортання.



НЕ ПРОСПАТИ «РАССВЕТ»: РОСІЙСЬКИЙ STARLINK ДО



ЯК ЗУПИНИТИ ЙОГО РОЗГОРТАННЯ



У цій війні невелика супутникова антена біля польового штабу стала майже такою ж звичною, як рація чи генератор. За нею — не «інтернет для зручності», а відео з безпілотників, координати, накази та зв'язок між розосередженими підрозділами. Starlink став для Сил оборони важливою частиною цієї цифрової архітектури: коли наземна інфраструктура пошкоджена або перевантажена, орбітальний канал допомагає зберегти керованість.

Москва цей урок також засвоїла. Її проєкт «Рассвет» має дати Росії власну низькоорбітальну мережу, доступ до якої не залежатиме від іноземного оператора.

Станом на вересень 2026 року запущено 32 серійні апарати; частина з них зіткнулася з технічними проблемами, а безперервного покриття над Україною немає. Проте це вже не просто презентація цивільного сервісу: супутники створюють часові вікна зв'язку, а російські сили, за даними української воєнної розвідки, випробовують їх для передавання даних.

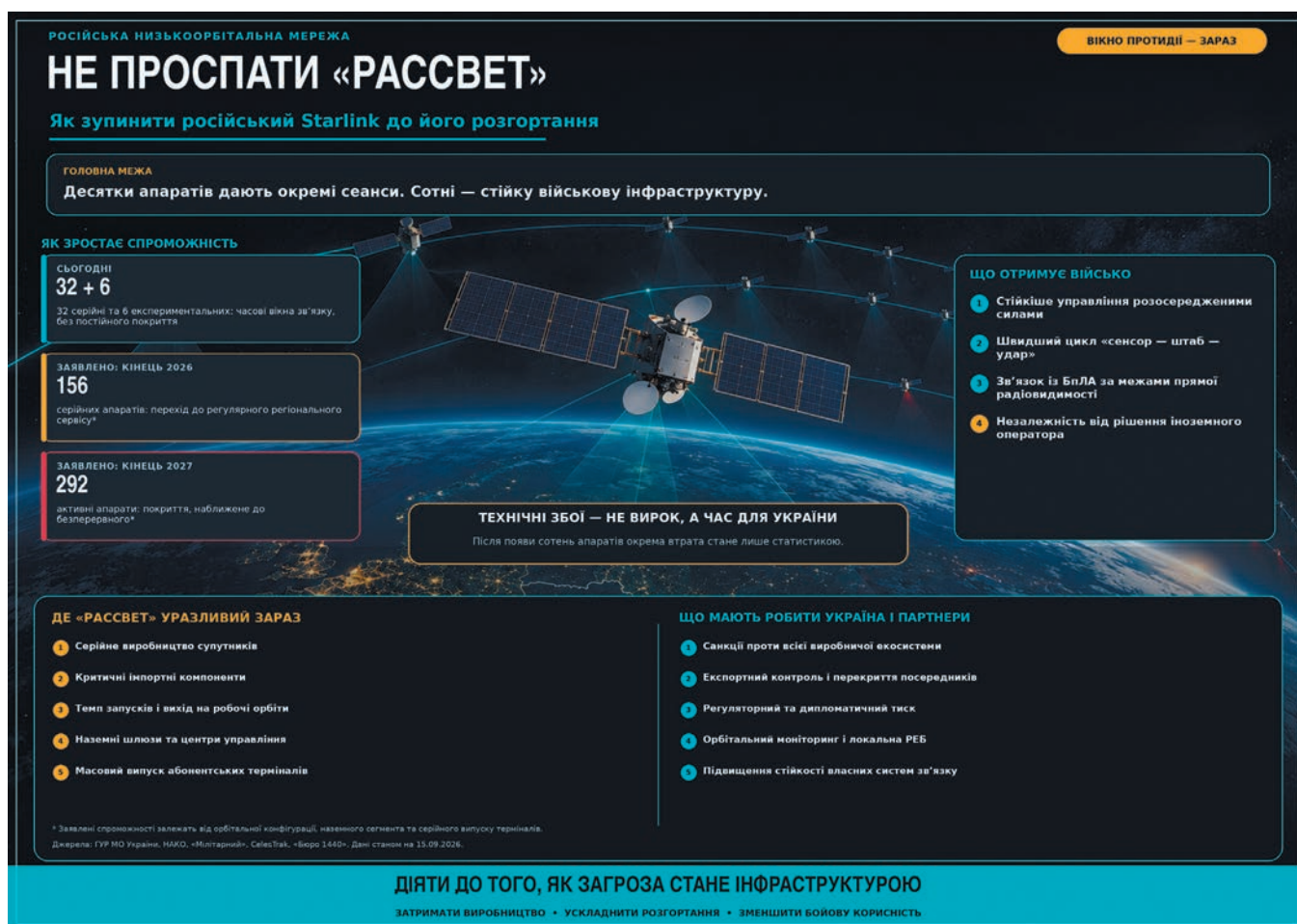
Найгірша помилка — оцінювати майбутню загрозу лише за її нинішньою слабкістю. Десятки апаратів дають окремі сеанси; сотні можуть утворити постійний розподілений контур управління. Тому головне питання полягає не в тому, чи має Росія власний Starlink сьогодні. Важливіше інше: чи встигнуть Україна та партнери використати вразливість програми до того, як «Рассвет» перетвориться на стійку військову інфраструктуру?

«Рассвет»: російський Starlink чи поки що експеримент?

Визначення «російський Starlink» зручне, але оманливе. Воно влучно передає задум — створити незалежну від іноземних операторів систему ширококосмугового зв'язку, менш прив'язану до наземної телекомунікаційної інфраструктури в районі застосування. Водночас така назва підштовхує порівнювати проєкт на початковому етапі розгортання з уже зрілою мережею SpaceX зовсім іншого масштабу. Коректніше говорити про російську спробу створити власний аналог Starlink, а не про готовий аналог.

Проєкт бере початок у 2020 році. Спочатку він розвивався під назвою MegaFon 1440, а згодом був переданий до технологічної групи «ІКС Холдинг» і продовжив роботу як компанія «Бюро 1440». Формально це приватна структура, однак її космічна програма дедалі тісніше інтегрується з російською державною політикою. «Роскосмос» не є безпосереднім розробником «Рассвету», але державна ракетно-космічна галузь забезпечує проєкт засобами виведення, космодрами, профільними фахівцями та іншою спеціалізованою інфраструктурою. Тому точніше говорити не про окрему приватну ініціативу, а про державно-приватну технологічну екосистему.

Сам «Рассвет» — це значно більше, ніж сукупність супутників. Майбутня система має охоплювати орбітальне угруповання, міжсупутникові лазерні канали, наземні шлюзові станції, центр управління, програмне забезпечення та



абонентські термінали для стаціонарних і рухомих об'єктів. За твердженням «Бюро 1440», супутники повинні виконувати функцію базових станцій 5G на орбіті, забезпечувати швидкість передавання даних до 1 Гбіт/с і затримку сигналу менш як 70 мілісекунд. Водночас це заявлені характеристики майбутньої мережі, а не підтверджені параметри доступного користувачам серійного сервісу.

Перший етап програми складався з двох експериментальних місій. У червні 2023 року Росія запустила три апарати «Рассвет-1», а в травні 2024-го — ще три супутники «Рассвет-2». На них перевіряли зв'язок із наземними терміналами, роботу бортових систем, електрореактивних двигунів і лазерний обмін даними між апаратами.

Компанія повідомляла про успішне встановлення зв'язку за технологією 5G NTN та передавання даних між супутниками лазерним каналом. Ці випробування продемонстрували, що Росія опанувала принаймні частину базових технологій, необхідних для побудови низькоорбітальної мережі. Однак шість дослідних апаратів самі по собі не могли створити постійного покриття.

Перехід до серійного розгортання розпочався у 2026 році. 23 березня з космодрому Плесецьк ракетою «Союз-2.1б» було запущено першу партію з 16 апаратів, а 19 липня — другу таку саму партію. Серійні супутники, відомі у відкритих каталогах як RASSVET-3, мають масу близько 370 кг. Ракета виводить їх на початкову орбіту заввишки приблизно 300 км, після чого апарати повинні самостійно підійнятися за допомогою власних плазмових двигунів.

Саме цей процес став джерелом суперечливих оцінок. На сайті «Бюро 1440» досі зазначено розрахункову висоту 800 км, проте більшість працездатних апаратів першої серійної партії зупинилася приблизно на 510 км. За даними CellesTrak станом на 15 вересня, 13 із 16 березневих супутників перебували на орбітах із висотою близько 508–514 км.

Один апарат — RASSVET-3 № 4 — зійшов з орбіти та згорів в атмосфері 6 червня, ще два залишалися значно нижче основної групи й демонстрували ознаки технічних проблем. За оцінкою експертів, 13 апаратів основної групи вже були розведені у своєрідний орбітальний «ланцюжок», який забезпечував над Україною щонайменше два сеанси зв'язку на добу тривалістю понад годину кожен. Це ще не постійне покриття, але вже практично придатні часові вікна для випробувань і обмеженого застосування системи.

Стан другої партії також не дає підстав ані оголошувати повний успіх, ані списувати всю програму як провальну. На початку вересня з'явилися повідомлення, що всі 16 липневих апаратів нібито не змогли вийти на робочу орбіту. Проте аналіз показав: більшість із них розпочала набір висоти раніше, ніж супутники першої партії, і на однаковому етапі після запуску перебувала вище за своїх попередників.

Водночас щонайменше два апарати не продемонстрували повноцінного підйому, а ще кілька потребують подальшого спостереження. Остаточню оцінювати результат другого запуску можна буде лише після завершення тривалого циклу орбітальних маневрів.

Невизначеним залишається і питання робочої висоти. Стабілізація першої групи приблизно на 510 км може озна-

чати зміну конфігурації майбутньої мережі, проміжний етап розведення апаратів або відхилення від початкового плану. Висота близько 500 км сама по собі не робить систему непрацездатною: у близькому діапазоні функціонує значна частина апаратів Starlink. Проте нижча орбіта потребує більшої кількості супутників для постійного покриття та може скорочувати строк їхньої служби. Поки «Бюро 1440» публічно не пояснило розбіжність між заявленими 800 км і реальною орбітою більшості серійних апаратів.

За російським федеральним планом, до кінця 2026 року на орбіті мали перебувати 156 серійних супутників, до кінця 2027-го — 292 активні апарати. Загалом до 2030 року передбачалося запустити 383 супутники, з яких 91 мав використовуватися для заміни тих, що вийдуть з ладу. Однак станом на середину вересня було здійснено лише два серійні запуски, а для виконання річного плану Росії необхідно провести ще сім. Отже, заявлений графік уже виглядає надзвичайно нереалістичним, а можливість його виконання залишається невідомою.

Правильна оцінка лежить між двома крайнощами. Наявних апаратів недостатньо для безперервного покриття навіть території України, не кажучи про глобальну мережу. Не доведена й готовність Росії серійно випускати необхідну кількість супутників та абонентських терміналів.

Але технічні несправності й затримки — також не доказ неминучого краху програми. Росія вже перейшла від одичає експериментальних апаратів до пакетних запусків серійної платформи та перших практично придатних сеансів зв'язку. Іншими словами, «Рассвет» — це не Starlink, але вже й не презентація.

Яку воєнну перевагу може отримати Росія

Головна небезпека «Рассвету» полягає не в тому, що російські військові отримають ще один спосіб виходу в інтернет. Воєнна цінність системи — у власному орбітальному контурі передавання даних, який працюватиме поза межами української наземної інфраструктури та не залежатиме від рішення іноземного оператора.

Якщо Росія доведе проєкт до постійного покриття, такий канал зможе з'єднати штаби, мобільні підрозділи, розвідувальні засоби й безпілотні платформи на значній відстані один від одного. У сучасній війні його цінність вимірюватиметься не лише мегабітами, а й хвилинами, виграними між виявленням цілі та ударом.

Важливо, однак, не приписувати «Рассвету» функцій, яких він не має. Це комунікаційна, а не розвідувальна чи навігаційна супутникова система. Її апарати самі не виявляють цілі, не фотографують позиції та не визначають координати для удару. Вони роблять інше — передають уже здобуті дані: відео з безпілотника, знімки, телеметрію, цифрові карти, цілевказання або команди управління. Супутник не знаходить ціль і не застосовує зброю, але здатен «стиснути» час між сенсором, штабом і засобом ураження. Саме в цьому прихована небезпека звичного формулювання «супутниковий інтернет».

Поки що ця перевага існує лише в зародковому вигляді. За-

ступник начальника ГУР МО України Вадим Скібіцький у серпні 2026 року повідомив, що система працює фрагментарно — лише тоді, коли супутники проходять над територією України. За даними воєнної розвідки, до кінця липня російські сили вже використовували першу групу апаратів для зв'язку протягом кількох годин. Однак у відкритих джерелах немає підтвердження, що «Рассвет» уже забезпечує постійне управління ударними БпЛА або функціонує як повноцінна військова мережа. Наразі йдеться радше про випробування, окремі сеанси й накопичення досвіду експлуатації.

Першою суттєвою перевагою повномасштабної мережі стала б стійкіша система управління військами. Оптичні лінії, стільникові мережі та радіорелейні канали залежать від наземних вузлів, які можна знищити, пошкодити або ізолювати. Супутниковий канал дає змогу швидко підключити віддалений чи переміщений пункт управління без прокладання нової наземної лінії.

Це особливо важливо для розосереджених підрозділів, рухомих командних пунктів, логістичних колон, авіації та флоту. Наземні шлюзи й абонентські термінали при цьому залишаються вразливими, але в розвиненій системі з'являється додатковий рівень резервування: втрата одного локального каналу вже не обов'язково означатиме втрату зв'язку з усім угрупованням.

Друга перевага — передавання великих масивів розвідувальної інформації майже в реальному часі. Голосового радіозв'язку достатньо для короткої команди, але недостатньо для стабільного передавання відео високої якості, фотоматеріалів, радіолокаційної інформації чи телеметрії. За умови підтвердження заявлених характеристик «Рассвет» може стати транспортним шаром між сенсором і штабом, а далі — між штабом і вогневим засобом. Для України це означало б потенційне прискорення російського розвідувально-ударного циклу: менше часу на передавання матеріалів, уточнення координат і доведення команди виконавцю.

Третя і, ймовірно, найнебезпечніша перспектива — зв'язок із безпілотними системами за межами прямої радіовидимості. Через супутниковий канал оператор теоретично може отримувати телеметрію та відео, коригувати маршрут або передавати нове завдання апарату на великій відстані. Це стосується не лише повітряних дронів, а й морських та наземних безпілотних платформ.

ГУР прямо називає передавання даних у реальному часі та роботу розвідувальних і ударних БпЛА серед можливих застосувань майбутньої мережі. Проте така можливість не виникає автоматично після появи супутників: потрібні компактні термінали, придатні для конкретної платформи, достатня пропускна здатність, стабільне покриття, захищені протоколи та інтеграція з системою управління. Публічних доказів, що весь цей ланцюг уже створений і застосовується в бою, немає.

Четверта перевага — технологічний суверенітет у критично важливому виді зв'язку. Російське командування не контролює політику доступу до Starlink і не може бути впевненим у збереженні чужого сервісу в потрібній зоні. Власна мережа дозволила б самостійно визначати пріоритетних користувачів, райони обслуговування та розподіл пропускної здатності. Її не можна було б відключити рішенням західної компанії.

Крім того, «Рассвет» може працювати не лише проти України: постійний канал зв'язку матиме значення для російських сил у Балтійському та Арктичному регіонах, у віддалених районах Росії й на морських напрямках.

Масштаб угруповання визначатиме не просто кількість доступного інтернету, а якісно різні рівні військової спроможності (таблиця 1).

Ці числа не слід сприймати як автоматичну гарантію заявлених можливостей. Результат залежатиме від конфігурації орбіт, працездатності апаратів, кількості наземних шлюзів, серійного виробництва терміналів і здатності інтегрувати мережу у військові системи. Проте межа між десятками й сотнями супутників має принципове значення: десятки дають окремі сеанси, тоді як сотні зможуть перетворити їх на постійно доступну інфраструктуру.

Сьогодні «Рассвет» ще не змінює баланс на полі бою так, як Starlink допоміг змінити його Україні у 2022 році. Але Росія вже випробовує техніку, готує операторів і вбудовує супутниковий канал у контури управління. Якщо розгортання продовжиться, кількісне зростання угруповання може спричинити якісний стрибок — від кількох годин зв'язку до постійної військової інфраструктури. У війні інколи вирішальним є не те, що система вміє сьогодні, а те, коли вона набуде стійкості завтра.

ЕТАПИ РОЗГОРТАННЯ УГРУПОВАННЯ ТА РІВНІ ВІЙСЬКОВОЇ СПРОМОЖНОСТІ

ЕТАП РОЗГОРТАННЯ	ЙМОВІРНА СПРОМОЖНІСТЬ	ВОЄННЕ ЗНАЧЕННЯ
Нинішній етап: запущено 32 серійні та шість експериментальних апаратів, частина з технічними проблемами або вже втрачена	Окремі часові вікна зв'язку, випробування обладнання і процедур	Епізодичне застосування та підготовка персоналу, але не постійна мережа
Заявлені 156 серійних апаратів	За умови правильного розведення по орбітальних площинах — частіші й довші сеанси, можливість підключати більше терміналів	Перехід від експерименту до регулярного регіонального сервісу
Заявлені 292 активні апарати	За готовності наземного сегмента — покриття, наближене до безперервного, і більша пропускна здатність	Системний контур управління, передавання розвідданих і зв'язку з мобільними та безпілотними платформами

Вікно вразливості: чому діяти потрібно до розгортання мережі

Поки мережа мала, кожен збій має стратегічну вагу. Коли вона виросте, така сама втрата стане лише статистикою. За наявності десятків апаратів технічна несправність, затримка виробництва або перенесення запуску безпосередньо впливають на тривалість і частоту зв'язку.

Після розгортання сотень супутників система набуде властивості, заради якої її й створюють, — розподіленості: несправність окремого апарата вже не зупинить мережу, а лише тимчасово погіршуватиме покриття чи пропускну здатність.

Тому найсприятливіший момент для стримування «Рассвету» — до того, як серійне виробництво, регулярні запуски й масове постачання абонентських терміналів утворять стійку систему.

Саме на такому перехідному етапі проєкт перебуває зараз. Росія вже довела, що здатна створювати апарати, виводити їх групами та встановлювати зв'язок із наземними терміналами. Однак вона ще не продемонструвала здатності виробляти, запускати й експлуатувати сотні супутників у необхідному темпі. Не підтверджено й готовність наземного сегмента до одночасного обслуговування великої кількості військових користувачів. Це означає, що базові технології вже існують, але промисловий масштаб проєкту ще не став незворотним.

Найпомітнішим обмеженням залишається темп розгортання. За паспортом російського федерального проєкту, протягом 2026 року планувалося провести дев'ять запусків з урахуванням перенесеної місії 2025 року та довести кількість серійних апаратів до 156. Станом на середину вересня відбулися лише два запуски з чотиримісячним інтервалом.

Щоб виконати річний план, необхідно було б здійснити ще сім місій за три з половиною місяці. Навіть якщо на одну ракету вдасться завантажувати не 16, а 18 апаратів, заявлений графік залишається нереалістичним.

Однак відставання від графіка не слід плутати з поразкою програми. Російські державні проєкти нерідко завершуються пізніше від оголошених строків, але це не означає відмови

від поставленої мети. Після кожної партії «Бюро 1440» отримує дані про роботу супутникової платформи, двигунів, систем орієнтації, каналів зв'язку та процедури групового виведення. Наступні апарати можуть доопрацьовуватися, а інтервали між запусками — скорочуватися. Технічні проблеми перших партій створюють для України додатковий час, але самі по собі не зупиняють проєкт.

Друге вікно можливостей пов'язане з незавершеністю виробничої екосистеми. За дослідженням Центру оборонних реформ, «Бюро 1440» не має підтвердженого повного циклу виготовлення супутників і наземного обладнання, а переважно виконує функції розробника, закупівельного центру та системного інтегратора. Його ширша виробнича й постачальна мережа охоплює понад 1300 компаній. Серед них дослідники виокремили 21 основного постачальника, які отримали найбільші платежі у 2025 році. Лише п'ять із цих 21 компаній, за оцінкою авторів дослідження станом на серпень 2026 року, перебували під санкціями західних держав.

Саме тут космічні амбіції стикаються з промисловою буденністю. Велика кількість постачальників підвищує гнучкість проєкту, але водночас робить його залежним від складної кооперації. Супутникова мережа потребує не лише корпусів і сонячних батарей, а й радіочастотної та мікрохвильової електроніки, лазерних терміналів, двигунів, маховиків системи орієнтації, антен, точного вимірювального обладнання, верстатів, програмного забезпечення, наземних шлюзів і абонентських терміналів. Затримка одного критичного компонента може вплинути не на один супутник, а на готовність цілої серійної партії.

Попри заявлений курс на технологічний суверенітет, частина цієї кооперації залишається пов'язаною з імпортом. За даними Центру оборонних реформ, у 2025 році «Бюро 1440» здійснило валютні платежі за товари майже на 68 млн доларів, а для окремих постачальників частка китайського імпорту перевищувала 90%. Через компанії у Китаї й Туреччині до пов'язаних із проєктом ланцюгів потрапляло обладнання західних виробників, зокрема Rohde & Schwarz, TOPTICA Photonics і Keysight Technologies.

Відкриті дані не свідчать, що ці виробники свідомо поставляли продукцію для «Рассвету»: йдеться про роботу посередників і прогалини в контролі кінцевого користувача. Особливо чутливою залишається залежність російської кос-



мічної галузі від радіаційно стійкої електроніки та спеціалізованого випробувального обладнання, які складно швидко замінити масовою цивільною продукцією.

Окремим обмеженням є наземний сегмент. Сотні супутників не матимуть повної військової цінності без достатньої кількості шлюзових станцій, центрів управління та абонентських терміналів. «Бюро 1440» демонструє дослідні термінали для стаціонарних і рухомих об'єктів, однак переконливих відкритих підтверджень їх масового серійного випуску поки немає.

Саме термінали мають бути інтегровані в командні пункти, транспорт і безпілотні платформи, а особовий склад — навчений працювати з ними. Поки цей процес не набув масового характеру, «Рассвет» залишається радше перспективною інфраструктурою, ніж повністю сформованим військовим сервісом.

Після досягнення проєктного масштабу впливати на систему буде значно складніше. Уже виведений на орбіту апарат неможливо повернути за допомогою санкцій або експортного контролю. Міжсупутникові лазерні канали, якщо вони працюватимуть у заявленій конфігурації, зменшуватимуть залежність мережі від кожної окремої шлюзової станції.

Наявність сотень апаратів у кількох орбітальних площинах дозволить перерозподіляти навантаження та частково компенсувати локальні втрати. А накопичений запас супутників і терміналів дасть змогу певний час підтримувати мережу навіть після перекриття окремих каналів постачання.

Водночас «вікно вразливості» не зачиниться миттєво після появи 156 чи 292 апаратів. Низькоорбітальне угруповання потребує постійного поповнення: російський план до 2030 року передбачав запуск 91 супутника на заміну тим, що вийдуть із ладу. Отже, залежність від виробництва, комплектування і ракет-носіїв зберігатиметься протягом усього життєвого циклу мережі. Зміниться інше: до повного розгортання обмеження можуть не допустити появи сталої спроможності, а після нього йтиметься переважно про поступове зниження її ефективності та ускладнення відновлення.

Момент закриття цього вікна слід визначати не лише за календарем або загальною кількістю запущених апаратів. Важливіші індикатори — скорочення інтервалів між пусками, зростання частки супутників, що виходять на робочі орбіти, їх розподіл між кількома орбітальними площинами, масове постачання абонентських терміналів і перехід від окремих сеансів до постійного зв'язку над Україною.





Безперервне покриття не має стати сигналом до початку протидії: воно означатиме, що найдешевший і найрезультативніший її етап уже втрачено. Нині ще можна впливати не лише на роботу «Рассвету», а й на швидкість його появи.

Як зірвати створення російської супутникової мережі

Космічну мережу не можна вимкнути одним рішенням, санкцією чи ударом. Але її можна змусити з'явитися пізніше, бути меншою, дорожчою і менш надійною.

Саме це й означає зірвати «Рассвет» у реалістичному сенсі. За нинішнього рівня державної підтримки Росія, найімовірніше, продовжуватиме проєкт навіть із відставанням від графіка.

Завдання України й партнерів — обмежити масштаб і пропускну здатність мережі, знизити надійність серійного виробництва та зробити поповнення угруповання повільнішим. Для цього потрібна скоординована кампанія проти всього життєвого циклу системи — від закупівлі компонентів до бойового використання терміналів.

Перший напрям — перейти від санкцій проти окремої компанії до обмежень проти всієї виробничої екосистеми. «Бюро 1440» є видимим центром програми, але саме по собі не виробляє всього необхідного. Тому до узгоджених списків України, ЄС, США, Великої Британії, Канади, Японії та інших партнерів мають потрапляти не лише головна юридична особа і керівництво проєкту, а й дочірні підприємства, ключові розробники, основні постачальники, фінансові посередники та компанії, які організовують закупівлі через треті країни. Особливо важлива синхронізація: обмеження лише в одній юрисдикції залишають можливість проводити платежі, укладати контракти й купувати обладнання через іншу.

Україна вже рухається в цьому напрямі. Наприкінці серпня

вона звернулася до Міжнародного союзу електрозв'язку щодо «Рассвету», а на початку вересня передала Європейському Союзу пропозиції про санкції проти дев'яти пов'язаних із проєктом юридичних осіб. Це необхідний початок, але список має постійно оновлюватися.

Постачальницька мережа змінюватиме назви компаній, власників, банки та маршрути перевезень, щойно окремі ланки потраплятимуть під обмеження. Санкційний список, який оновлюється повільніше, ніж змінюються посередники, завжди запізнюватиметься. Отже, потрібен постійний механізм їх виявлення та швидкого синхронного внесення до списків партнерів.

Другий напрям — перекрити не будь-який імпорт, а технологічні вузькі місця, без яких неможливе серійне виробництво. Пріоритетними мають бути радіаційно стійка електроніка, радіочастотні й мікрохвильові компоненти, програмовані мікросхеми, лазерні та фотонні системи, високоточні засоби вимірювання і випробування, елементи орієнтації та електрореактивні двигуни, спеціалізовані антени, обладнання для виготовлення супутників і абонентських терміналів. Звичайна заборона на прямий експорт до Росії тут недостатня, оскільки значна частина поставок проходить через Китай, Туреччину та інші посередницькі юрисдикції.

Корисним орієнтиром є американська політика щодо Huawei — не тому, що китайська компанія і «Рассвет» тотожні, а через логіку роботи з технологічним ланцюгом. Після внесення Huawei до Entity List у 2019 році Сполучені Штати побачили, що початкові обмеження можуть залишати компанії доступ до продукції, виготовленої за межами США з використанням американських технологій та обладнання. У 2020 році правило було розширено на певні товари іноземного виробництва, якщо Huawei брала участь у транзакції або продукція призначалася для її розробок.

Подібний підхід щодо «Рассвету» дозволив би контролювати не лише товар американського походження, а й частину іноземної продукції, виготовленої за допомогою контролю-

ваних технологій. Для цього потрібні окреме позначення причетних компаній у правилах експортного контролю, презумпція відмови у ліцензіях і координація з державами — виробниками критичних технологій у Європі та Азії.

Ефективність такого режиму залежатиме від контролю виконання. Виробникам і дистриб'юторам необхідно надати перелік ризикових кінцевих користувачів, пов'язаних компаній та характерних ознак закупівель для супутникової програми. Потрібні поглиблена перевірка кінцевого користувача, відстеження серійних номерів, обмін митними й фінансовими даними, а також перевірки поставчань, що не відповідають профілю покупця. До іноземних посередників, які після попередження продовжують забезпечувати програму, мають застосовуватися вторинні обмеження: блокування активів і платежів, заборона доступу до західного обладнання та виключення з державних контрактів. При цьому доказова база має бути адресною — сам факт походження товару із західної країни ще не доводить свідомої участі його виробника в російському проєкті.

Третій напрям — використати регуляторні та дипломатичні інструменти, щоб ускладнити легальне розширення мережі. 28 серпня 2026 року Україна офіційно звернулася до Бюро радіозв'язку МСЄ з вимогою виключити свою територію із заявлених зон обслуговування всіх променів мереж «Рассвет» у всіх смугах частот.

Партнери можуть підтримати українські заперечення, порушувати питання про військове використання системи, відмовляти у розміщенні шлюзових станцій та не допускати сертифікації й продажу її терміналів у своїх юрисдикціях. Якщо аналогічну позицію займуть інші держави, це звизить можливості міжнародної комерціалізації проєкту, залучення партнерів і створення наземної інфраструктури за межами Росії.

Водночас не варто перебільшувати можливості МСЄ. Союз координує використання радіочастотного спектра й орбітальних ресурсів, але не має технічного засобу, здатного

дистанційно вимкнути російський супутник. Москва може проігнорувати рішення та продовжити військове застосування системи над Україною. Тому дипломатичний напрям створює правову основу, обмежує легальну діяльність і мобілізує партнерів, але не замінює технічної протидії.

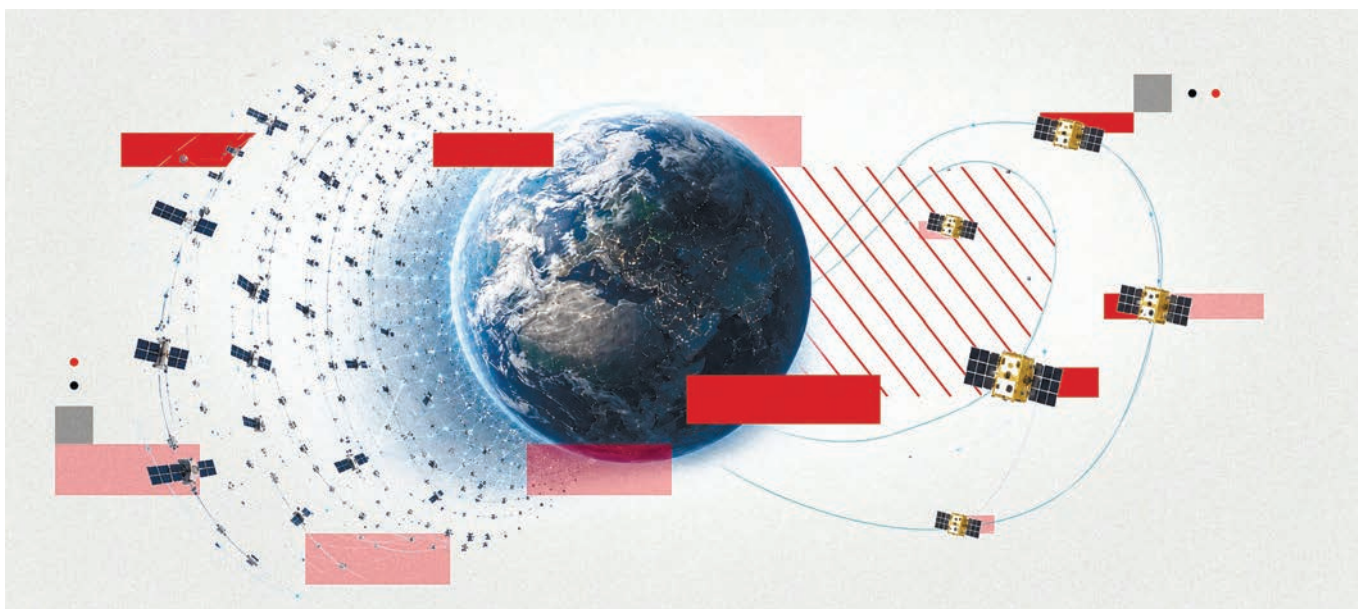
Четвертий напрям — готувати комплекс військово-технічних заходів на випадок, якщо частина угруповання все ж буде розгорнута. Космос не скасовує географію: мережа все одно матиме виробничі лінії, центри управління, наземні шлюзи й абонентські термінали. Україні разом із партнерами потрібні постійно оновлюваний каталог апаратів «Рассвет», точне відстеження їхніх орбіт і стану, спостереження за розведенням по орбітальних площинах, а також аналіз фактичних сеансів зв'язку. Це дасть змогу відрізнити заявлену кількість супутників від реально працездатної частини мережі та прогнозувати появу покриття над конкретними районами.

На тактичному рівні пріоритетом має бути виявлення абонентських терміналів і шлюзів, визначення характеристик сигналу та створення засобів локального радіоелектронного подавлення в районах бойових дій. Йдеться не про безперервне заглушення великих територій, яке може зашкодити власним системам зв'язку, а про вибірковий вплив на ворожі канали у потрібний час і в обмеженій зоні. Паралельно необхідно захищати українські мережі від супутніх перешкод і цілеспрямованого російського подавлення у відповідних діапазонах.

Наземні виробничі, пускові, командні та телекомунікаційні об'єкти, які реально забезпечують військове застосування «Рассвету», також мають враховуватися у воєнному плануванні. Проте сам факт належності підприємства до «Роскосмосу» або участі в космічній галузі не робить автоматично кожен його об'єкт законною військовою цілью.

Відповідно до міжнародного гуманітарного права, необхідно встановити його ефективний внесок у військові дії та конкретну воєнну перевагу від нейтралізації, а також дотриматися принципів розрізнення, пропорційності й запобіжних





заходів. Для об'єктів подвійного призначення така перевірка особливо важлива.

Пряме фізичне ураження супутників на орбіті не повинно розглядатися як основний спосіб протидії. Для розподіленого угруповання воно потребувало б значних ресурсів, могло б створити небезпечне космічне сміття та спричинити ширші наслідки для інших апаратів. Практичнішими є дії проти виробничого й наземного сегментів, локальна радіоелектронна протидія та інші оборотні заходи, які не забруднюють орбіту.

П'ятий напрям — виходити з припущення, що повністю зупинити програму може не вдатися. Українська система управління військами має бути готовою до появи у противника хоча б обмеженого супутникового зв'язку. Це означає розвиток засобів виявлення терміналів, удосконалення РЕБ, скорочення часу перебування командних пунктів на одному місці та зменшення їхньої електромагнітної помітності.

Безпілотні системи повинні зберігати здатність виконувати завдання при втраті каналу управління, а критичні контури зв'язку — мати наземні, радіорелейні та супутникові резерви від кількох незалежних провайдерів. Протидія «Рассвету» має поєднувати позбавлення противника нової переваги зі зменшенням наслідків, якщо він її все ж частково отримає.

Координувати ці напрями доцільно в межах постійної міжвідомчої групи України та партнерів, яка об'єднає розвіддани, санкційну політику, митний контроль, космічне спостереження й військово-технічну оцінку.

Її результат слід вимірювати не кількістю внесених до списків компаній, а змінами реальної спроможності Росії: тривалістю пауз між запусками, часткою апаратів, що виходять на робочі орбіти, темпом виробництва терміналів, вартістю заміни імпортованих компонентів і часом, необхідним для переходу до безперервного покриття.

Жоден із цих інструментів не буде достатнім окремо. Санкції без контролю обходу лише змінять маршрут постачання. Радіоелектронна боротьба без стримування серійного виробництва перетвориться на постійне змагання з дедалі більшою мережею. Удари по окремих об'єктах без технологічних обмежень дозволять перенести або відновити виробництво.

Лише синхронне застосування цих інструментів дасть змогу одночасно впливати на темп виробництва, швидкість розгортання та бойову корисність мережі.

Висновок

Україні не потрібно чекати, доки «Рассвет» стане російським Starlink, щоб визнати його військовою загрозою. Сенс превентивної політики саме в тому, щоб діяти до появи завершеної спроможності.

Навіть запізніла й менша за задуману мережа, якщо вона забезпечить постійний зв'язок над районом бойових дій, може посилити російське управління військами, прискорити передавання розвідданих і розширити застосування безпілотних систем за межами прямої радіовидимості.

Технічні проблеми перших партій — не вирок програмі, а додатковий час для України. Сьогодні Росія ще залежить від налагодження серійного виробництва, імпортованих технологій, складної мережі постачальників, регулярних запусків і масового випуску терміналів. Після виведення сотень апаратів на орбіту кожна окрема несправність важитиме менше, а санкції впливатимуть переважно на поповнення вже створеної мережі.

Цей час потрібно перетворити на конкретну затримку російської програми. Відповідь має одночасно працювати на трьох рівнях: гальмувати виробництво, ускладнювати розгортання і зменшувати бойову корисність того сегмента мережі, який усе ж з'явиться. Повне припинення проекту було б найкращим результатом, але не єдиним критерієм успіху. Ним також можуть стати роки затримки, менше працездатних супутників і терміналів, нижча пропускна здатність та вища ціна кожного етапу.

Коли над районом бойових дій з'явиться безперервний російський супутниковий зв'язок, дискусія про серйозність загрози втратить сенс: загроза вже стане інфраструктурою. Саме тому «не проспати «Рассвет»» — практичне завдання для України та її партнерів.

Сергій Куницький

БОЙОВІ ЛАЗЕРИ ПРОТИ ДЕШЕВИЙ ПОСТРІЛ ЧИ



ДРОНІВ: ДОРОГА ІЛЮЗІЯ?



У сучасній протиповітряній обороні можна успішно збити ціль — і водночас програти економічне змагання. Коли відносно дешевий безпілотною змушує витратити дефіцитну зенітну ракету, противник втрачає один апарат, але досягає іншої мети: виснажує боєкомплект, навантажує систему ППО та підвищує ціну кожної наступної ночі війни.

За тривалих масованих атак така асиметрія перетворюється з фінансової проблеми на стратегічну.

Для України це не теоретичний сценарій. Росія поєднує ударні безпілотною великої дальності з розвідувальними БпЛА, баражувальними боєприпасами, FPV-дронами та ракетами. Засобом ППО доводиться одночасно прикривати міста, енергетичні об'єкти, аеродроми, склади, логістичні вузли й позиції військ. За таких умов важливо не лише збивати цілі, а й зберігати дорогі перехоплювачі для тих загроз, проти яких немає простішої відповіді.

Частина цього навантаження вже беруть на себе засоби радіоелектронної боротьби, зенітні гармати, мобільні вогневі групи та дрони-перехоплювачі. Однак кожен із них має власні межі. РЕБ не завжди діє проти автономних, завадостійких або керованих через оптоволокну апаратів.

Гарматам потрібні боєприпаси, а їхня ефективна дальність обмежена. Дрони-перехоплювачі можуть бути значно дешевшими за ракети, але також потребують виробництва, операторів і часу на запуск. Універсального та водночас дешевого рішення поки не існує.

Саме на цьому тлі бойові лазери отримали шанс вийти за межі випробувальних полігонів. Їхня пропозиція виглядає майже бездоганно: промінь досягає цілі практично миттєво, не потребує окремого боєприпасу, має високу точність, а вартість електроенергії на одне застосування незрівнянно нижча за ціну зенітної ракети. Поки установка забезпечена

живленням і здатна відводити тепло, вона може продовжувати вогонь без підвезення контейнерів із перехоплювачами.

У рекламних матеріалах це легко перетворюється на образ майже ідеальної зброї — дешевого променя з «необмеженим» боєкомплект. Але війна швидко повертає технологію з презентації у світ фізики. Ціль потрібно виявити, розпізнати, точно супроводжувати й певний час утримувати промінь на вразливій ділянці.

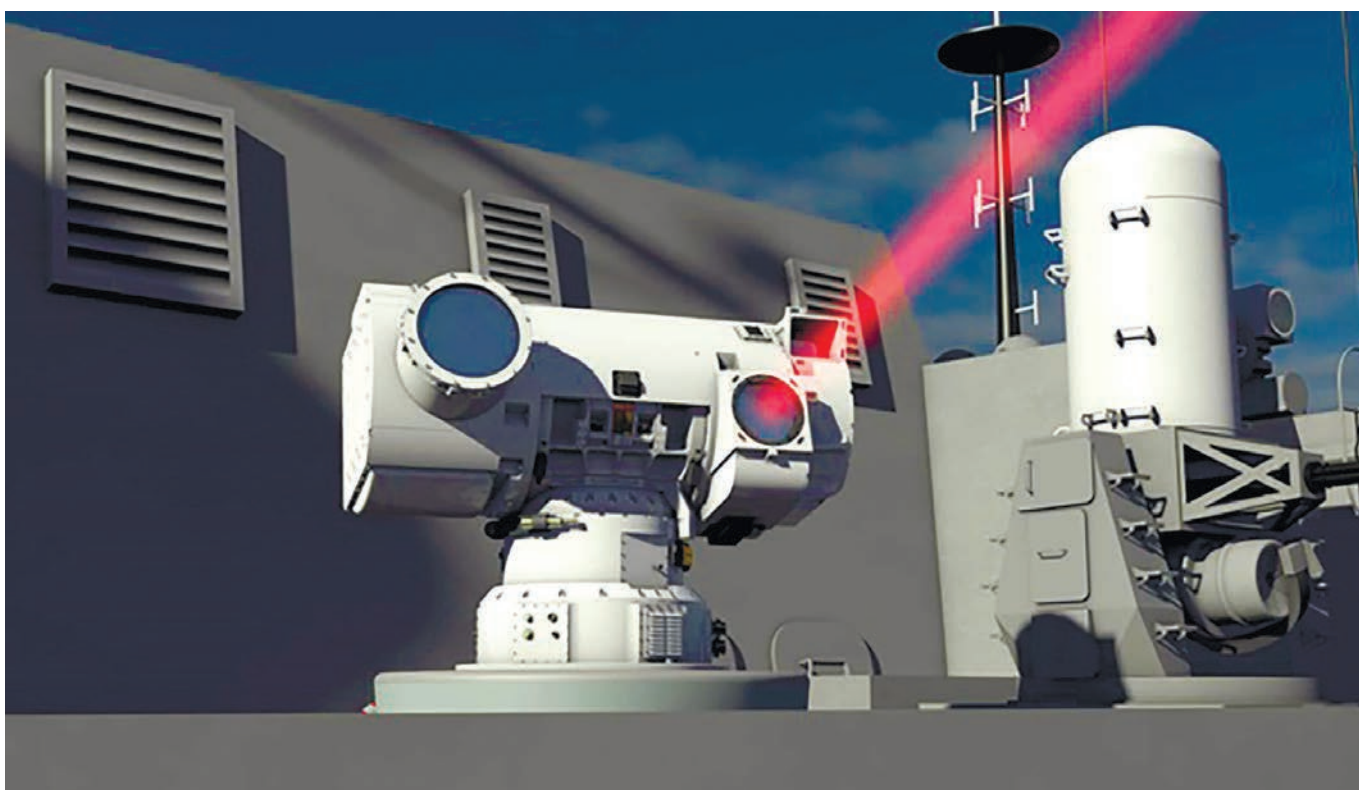
Атмосфера розсіює енергію, туман і дим скорочують дальність, а груповий наліт змушує розподіляти вогонь між багатьма об'єктами. За самим променем стоять високоточна оптика, радары, генератори, охолодження, технічне обслуговування та підготовлений персонал.

Бойовий лазер уже не належить винятково до наукової фантастики. Експериментальні й перші передані військам системи продемонстрували здатність уражати безпілотною, мінометні міни та інші малорозмірні повітряні цілі.

Водночас між ефектним перехопленням на полігоні та цілодобовою роботою під час війни залишається значна дистанція. Виробники закономірно показують найкращий результат, тоді як військовим доводиться планувати дії для найгірших умов.

Тому відповідь на винесене в заголовок питання не може бути однозначною. Лазер — не дорога ілюзія, але й не чарівна зброя, здатна самостійно розв'язати проблему масових дронних атак.

Його цінність залежить від того, проти якої цілі, на якій відстані, за якої погоди та в складі якої системи оборони він застосовується. Аби відділити технологічний прорив від маркетингу, спочатку варто розібратися, як саме промінь уражає безпілотною.



Як лазер уражає безпілотник

У масовій культурі лазерна зброя зазвичай виглядає просто: промінь миттєво прорізає ціль і спричиняє вибух. У реальності все значно прозаїчніше. Бойовий лазер не збиває безпілотник ударною хвилею і не передає йому кінетичний імпульс, як ракета чи снаряд.

Його завдання — сконцентрувати світлову енергію на невеликій ділянці, нагріти матеріал до критичної температури та спричинити пошкодження, несумісне з подальшим польотом.

Сучасні бойові комплекси переважно використовують твердотільні або волоконні лазери, окремі модулі яких об'єднуються для формування потужнішого променя. Такий зброї не потрібно розганяти боєприпас і розраховувати його політ до точки зустрічі з ціллю: енергія надходить практично миттєво. Проте швидкість світла не означає миттєвого знищення. У цьому й полягає перший парадокс лазерної зброї: промінь доходить одразу, але результат потребує часу.

Щоб матеріал прогрівся й утратив міцність, промінь необхідно утримувати на одній точці. Цей проміжок називають часом утримання променя, або dwell time. Його тривалість залежить від потужності лазера, відстані, якості фокусування, стану атмосфери, матеріалу корпусу та точності супроводження. Інколи йдеться про короткий вплив, в інших умовах — про відчутно довший. Для ППО ця різниця принципова: поки комплекс працює по одній цілі, наступні вже можуть наблизитися до об'єкта.

Сам випромінювач є лише частиною системи. Спочатку радіолокаційна або оптико-електронна станція має виявити повітряний об'єкт. Далі потрібно визначити, чи справді це ворожий дрон, оцінити його траєкторію та передати координати системі управління вогнем. Після цього високоточна оптика захоплює ціль на супроводження, а пристрій наведе-

ння спрямовує й фокусує промінь. По суті, перед нами не «великий ліхтар», а складний зенітний комплекс, у якому лазер є лише фінальним виконавцем.

Точність тут важливіша за видовищність. Недостатньо просто «підсвітити» безпілотник: енергію потрібно зосередити на невеликій ділянці, попри рух цілі, пориви вітру, вібрацію платформи та атмосферні спотворення. Якщо пляма променя постійно зміщується або розподіляється по великій площі, корпус нагріватиметься, але критичного пошкодження може не статися. Саме тому бойові лазери потребують швидкодіючих приводів, стабілізованої оптики, автоматичного супроводження, а в окремих системах — ще й компенсації атмосферних викривлень.

Наслідок залежить від конструкції дрона та обраної точки впливу. У малого квадрокоптера вразливими можуть бути двигун, рами, акумулятор, електроніка або камера. Для безпілотника літакового типу пошкодження обшивки крила, органів керування, рушійної установки чи бортового обладнання може призвести до втрати стійкості та падіння. Ударний дрон не обов'язково підірвати в повітрі: достатньо порушити керування, послабити конструкцію або позбавити апарат можливості продовжувати політ.

Тому результатом може бути не лише видиме фізичне знищення, а й функціональне ураження. Зовні дрон іноді залишається майже цілим, але після пошкодження камери, навігаційного обладнання чи системи керування вже не здатен виконати завдання. Для протиповітряної оборони це також успіх — за умови, що апарат справді втратив загрозливі функції, а не просто на кілька секунд осліп.

Тут важливо розрізняти два класи лазерних засобів. Мало-потужні системи можуть засліплювати або пригнічувати оптичні сенсори, ускладнюючи спостереження й наведення. Високоенергетичні лазери передають достатньо тепла, щоб фізично пошкодити конструкцію. Тимчасово завадити ро-



боті камери й гарантовано зупинити ударний дрон — принципово різні бойові результати, хоча в рекламних описах ця межа іноді розмивається. Потужність лазера вимірюють у кіловатах, але сама цифра мало говорить без контексту. Системи класу десятків кіловат орієнтуються передусім на малі безпілотники. Перехід до сотень кіловат має скоротити час ураження, збільшити дальність і розширити перелік цілей. Однак формули «удвічі більша потужність — удвічі більша дальність» не існує. Не менше значення мають якість променя, розмір оптичної апертури, точність наведення, атмосферні втрати та здатність установки відводити тепло.

Останнє часто залишається за кадром. Лише частина спожитої електроенергії перетворюється на корисне випромінювання, решта нагріває обладнання. Тому поруч із лазером потрібні джерела живлення, накопичувачі енергії та система охолодження. За зовнішньою простотою «пострілу світлом» приховується складний енергетичний і тепловий цикл.

Отже, лазерне перехоплення — це послідовність дій: виявити ціль, розпізнати її, взяти на супроводження, обрати вразливу точку, сфокусувати промінь, утримувати його до досягнення потрібного ефекту й підтвердити результат. Збій на будь-якому етапі може звести нанівець перевагу навіть дуже потужного випромінювача. Саме тому дослід, у якому лазер пропалоє нерухому металеву пластину, і реальне перехоплення маневрового безпілотника — далеко не одне й те саме. У бою вирішує не рекорд окремого компонента, а здатність усього комплексу стабільно замикає ланцюг від першої позначки на екрані до підтвердженого ураження.

Де лазер справді має перевагу

Головна перевага бойового лазера полягає не у футуристичності й навіть не у швидкості променя. Насамперед він здатний змінити невідгідне для ППО співвідношення між вартістю повітряної цілі та засобу її знищення.

Дешевий дрон або приманка може змусити оборонця витратити ракету, ціна якої багаторазово перевищує вартість цілі. За тривалої кампанії така модель виснажує не лише боекомплект, а й фінансові та виробничі можливості держави.

Лазер пропонує іншу економіку. Після закупівлі та розгортання комплексу кожне наступне застосування потребує електроенергії, роботи систем охолодження й витрачає ресурс обладнання, але не окрему ракету чи снаряд.

Міністерство оборони Великої Британії оцінювало експлуатаційну вартість десятисекундної роботи DragonFire менш ніж у 10 фунтів стерлінгів. Це не повна ціна перехоплення — до неї не входять сам комплекс, сенсори, персонал та інфраструктура. Проте цифра добре ілюструє головне: після значних початкових інвестицій вартість додаткового пострілу може бути дуже низькою.

Друга перевага — умовно великий боезапас. Зенітна установка має певну кількість ракет, корабель — обмежену кількість пускових комірок. Після їх витрачання потрібне перезарядження і нові боеприпаси, які спершу необхідно виготовити та доставити. Лазер не зберігає постріли в контейнерах: доки є електроенергія й система справляється з теплом, він може продовжувати роботу. Для стаціонарного об'єкта або корабля це особливо цінно, адже вироблення енергії безпосередньо на позиції зменшує логістичне навантаження.

Третя перевага — майже нульовий час польоту променя. Це важливо на останньому рубежі оборони, коли дрон уже наблизився до об'єкта й запасу для повторної спроби майже немає.

Після ураження однієї цілі система здатна швидко перенести вогонь на наступну, не запускаючи новий перехоплювач і не очікуючи його підльоту. Щоправда, швидке перенаведення не скасовує часу, потрібного для прогрівання кожного наступного дрона.

ІНФОГРАФІКА • ПРОТИДРОНОВА ОБОРОНА

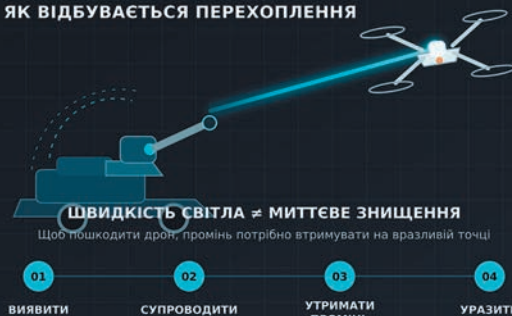
БОЙОВІ ЛАЗЕРИ ПРОТИ ДРОНІВ

Дешевий постріл — лише за правильних цілей, погоди та місця в системі ППО

ДЕ ЛАЗЕР МАЄ ПЕРЕВАГУ

-  Низька вартість кожного наступного пострілу
-  Миттєве доставлення енергії до цілі
-  Не залежить від каналу керування дроном
-  Не потребує підвезення ракет після атаки

ЯК ВІДБУВАЄТЬСЯ ПЕРЕХОПЛЕННЯ



ЩО ОБМЕЖУЄ РЕЗУЛЬТАТ

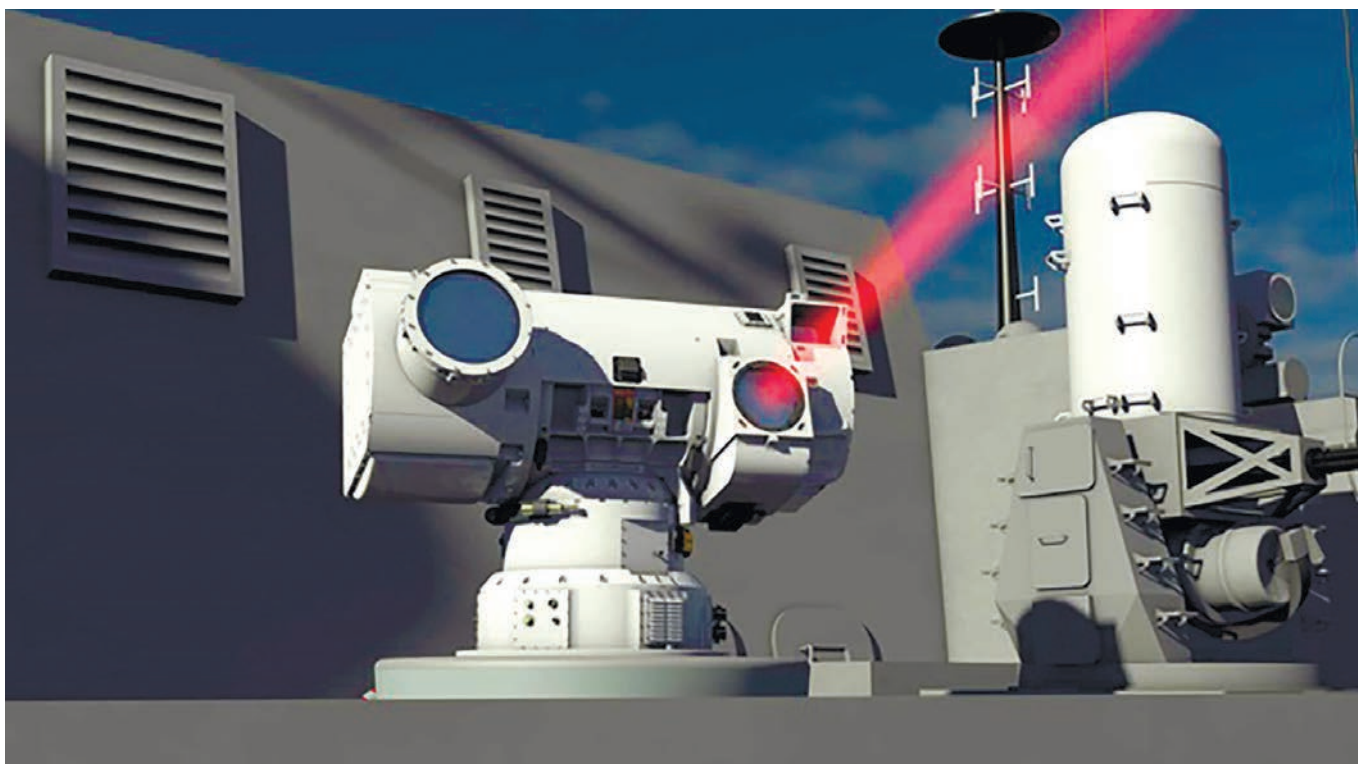
-  Туман, опади, пил, дим і соляний аерозоль
-  Пряма видимість і час утримання променя
-  Груповий наліт: цілі утворюють чергу
-  Енергія, охолодження та захист самої установки

МІСЦЕ ЛАЗЕРА В ЕШЕЛОНОВАНІЙ ППО

Критерій: найдешевший засіб, здатний зупинити конкретну ціль із необхідною ймовірністю



ЛАЗЕР — НЕ УНІВЕРСАЛЬНИЙ «КУПОЛ», А ДОДАТКОВИЙ ЕШЕЛОН, ЩО БЕРЕЖЕ РАКЕТИ ДЛЯ СКЛАДНІШИХ ЗАГРОЗ



Фізичний вплив лазера не залежить і від каналу керування безпілотником. РЕБ може втратити ефективність проти автономного апарата, дрона із заздалегідь закладеним маршрутом або захищеним каналом зв'язку.

Лазеру байдуже, чи керує оператор через радіоканал, чи машина летить самостійно: якщо ціль виявлена, супроводжується і перебуває в прямій видимості, її можна уражати тепловою енергією. Це робить лазер природним доповненням до РЕБ, а не її конкурентом.

Ще одна сильна сторона — вибірковість. Замість вибуху бойової частини ракети або довгої гарматної черги енергія спрямовується на конкретну ділянку цілі.

Це зменшує небезпеку від уламків самого перехоплювача й може бути важливим поблизу власних військ, кораблів або критичної інфраструктури. Проте безризиковою така оборона не стає: пошкоджений дрон, особливо з бойовою частиною, все одно десь упаде. Лазер прибирає один чинник небезпеки, але не скасовує законів тяжіння.

Найкраще ці переваги розкриваються під час захисту конкретного об'єкта, а не великої території. На аеродромі, військовій базі, біля складу, енергетичного вузла, порту чи на кораблі можна заздалегідь розгорнути радары й оптичні засоби, забезпечити живлення та охолодження, визначити сектори вогню й включити лазер до спільної системи управління. У такій ролі він більше нагадує багаторазовий засіб точкової оборони, ніж універсальний зенітний комплекс.

Найпомітніше до практичного застосування наблизився Ізраїль. У травні 2025 року ізраїльські військові та Міністерство оборони повідомили про перехоплення десятків повітряних загроз лазерними прототипами під час війни.

Йшлося не про серійний Iron Beam в остаточній конфігурації, а про компактніші системи тієї самої технологічної роди-

ни. Цей досвід підтвердив принципову можливість бойового застосування, але не дає підстав автоматично переносити результат на всі типи цілей, дальності та погодні умови.

У грудні 2025 року Міністерство оборони Ізраїлю передало Армії оборони Ізраїлю перший комплекс Iron Beam. Показово, що його від початку створювали не на заміну Iron Dome, David's Sling чи Arrow, а як додатковий нижній ешелон. Лазер має приймати на себе частину дешевших і відносно простих цілей, зберігаючи ракети для складніших загроз. Саме ця модель, а не образ самодостатнього «лазерного купола», найкраще пояснює майбутню роль технології.

Схожу логіку обрала Велика Британія. Після випробувань DragonFire проти повітряних цілей у листопаді 2025 року було укладено контракт вартістю 316 млн фунтів стерлінгів на доведення системи до корабельного застосування. Перший комплекс планують встановити на есмінці типу 45 у 2027 році.

Називати DragonFire штатною зброєю британського флоту ще зарано: перехід від полігону до постійної експлуатації триває. Водночас вибір морської платформи закономірний — великий корабель має значно кращі можливості для розміщення джерел живлення, охолодження та високоточних сенсорів.

Сполучені Штати також випробовують корабельні й наземні системи. HELIOS на есмінці USS Preble поєднує високоенергетичний лазер, оптичне придушення та спостереження; у 2024 фінансовому році його перевіряли проти безпілотної повітряної цілі. Армія США паралельно оцінювала 50-кіловатні комплекси DE M-SHORAD на шасі Stryker.

Мобільний варіант є особливо складним інженерним завданням: потужність, точність, охолодження та надійність потрібно вмістити в габарити машини, здатної діяти разом із підрозділами, а не на підготовленому полігоні.



Отже, реальна перевага лазера вже не є фантазією, але вона проявляється у чітко визначеній ніші. Це багаторазове й відносно дешеве перехоплення малих цілей у межах об'єктової оборони, особливо там, де атаки повторюються, а кожну ракету потрібно бергти для складнішої загрози.

Водночас між успішним випробуванням, переданням першого зразка військам і появою масової надійної зброї все ще лежить довгий шлях. Саме на ньому рекламні обіцянки зустрічаються з фізикою.

Фізика проти реклами

Найсильніші аргументи на користь бойових лазерів породжують і найбільше перебільшень. Промінь рухається зі швидкістю світла, постріл потребує порівняно мало електроенергії, а боекомплект нібито обмежений лише запасом пального для генератора.

У презентації це майже ідеальна зброя. На полі бою між лазером і ціллю з'являються атмосфера, рельєф, тепло та противник, який не зобов'язаний атакувати по одному й у ясну погоду.

Небо не є порожнім оптичним кабелем. Частина енергії поглинає й розсіює атмосфера, а турбулентність викривляє промінь та ускладнює фокусування. Туман, низька хмарність, дощ, сніг, пил, дим, соляний аерозоль над морем і продукти горіння над полем бою можуть скоротити ефективну дальність або збільшити час, потрібний для ураження.

Результат залежить від довжини хвилі, потужності, відстані й щільності перешкоди, тому проста формула «у дощ лазер не працює» теж була б перебільшенням. Але його можливості справді сильніше залежать від погоди, ніж можливості ракети чи артилерійського снаряда.

Адаптивна оптика частково компенсує турбулентність, аналізуючи спотворення й коригуючи форму променя. Проте вона не може прибрати фізичну перешкоду у вигляді густого туману, димової завіси або хмари пилу. І жодна оптика не скасовує прямої видимості. Будівлі, дерева, складки місцевості та навіть власні укриття утворюють мертві зони, якими можуть користуватися низьколітні дрони.

Зі зростанням потужності може проявлятися й теплове розфокусування: промінь нагріває повітря на своєму шляху та змінює його оптичні властивості. Унаслідок цього енергія розподіляється по більшій площі замість того, щоб залишатися зосередженою на точці. Тому додаткові кіловати самі по собі не розв'язують усіх проблем — важливими залишаються якість променя, атмосферні умови та здатність системи втримувати фокус.

Час утримання променя створює простір і для протидії. Термостійкі або абляційні матеріали, екранування критичних компонентів, рознесення електроніки, обертання апарата чи різкі маневри можуть ускладнити прогрівання однієї ділян-



ки. Дзеркальне покриття іноді подають як універсальний захист, але на практиці воно не перетворює дрон на невразливу ціль: поверхня забруднюється, пошкоджується, нагрівається й не відбиває всю енергію. Водночас будь-який захист додає масу та вартість, скорочуючи дальність польоту або корисне навантаження. Це не простий спосіб «обнулити» лазер, а чергове змагання між зброєю та захистом.

Найсерйознішою проблемою може виявитися не стійкість окремого апарата, а кількість цілей. Більшість сучасних лазерних комплексів одночасно працює по одному об'єкту. Після ураження система може швидко перенести промінь, але кожен дрон усе одно потрібно виявити, супроводити, опромінити й перевірити результат. Так виникає черга.

Якщо нові цілі з'являються швидше, ніж комплекс встигає їх уражати, частина прорветься навіть за високої точності кожного окремого пострілу. Атаки з різних напрямків, приманки та поєднання кількох типів загроз навантажують не лише випромінювач, а й радар, оптичні станції, канали управління та операторів. Кілька лазерних установок збільшують пропускну здатність оборони, але разом із нею зростають вартість, енергоспоживання та складність координації.

Теза про «необмежений боекомплект» також потребує перекладу з мови маркетингу на мову експлуатації. Лазер не має магазину зі снарядами, проте його запас вогню вимірюється кіловат-годинами й здатністю відводити тепло. Після інтенсивної серії комплекс може знизити темп або зробити паузу. Інакше кажучи, лазер не витрачає ракети, але витрачає енергію та холод.

Для стаціонарної позиції або великого корабля це прийнятніше. На бронемашині генератори, акумулятори, силова електроніка й охолодження займають масу та об'єм, які могли б піти на бронювання, паливе або інше обладнання. До цього додаються забруднення оптики, потреба в технічному обслуговуванні та вразливість енергетичної інфраструктури. Чим ближче комплекс до переднього краю, тим важливіші-

ми стають не лабораторні кіловати, а мобільність, ремонтно-придатність і живучість.

Саме тут найпопулярніша формула — «постріл за кілька доларів» — потребує уточнення. Вона описує переважно витрачену електроенергію. Повна система включає засоби виявлення, управління вогнем і зв'язку, стабілізовану платформу, генератори, охолодження, персонал, паливе, ремонти та захист самої позиції. Для військового планування важлива не ціна ввімкнення променя, а вартість успішного перехоплення з урахуванням повторних спроб, технічної готовності й погодних обмежень.

Не меншою є різниця між демонстрацією та бойовою готовністю. На полігоні можна знати напрямок появи цілі, обрати сприятливу погоду й підготувати установку до короткої серії. У реальному бою вона має цілодобово реагувати на невідомі траєкторії, хибні тривоги, дим, опади, сонячні засвічення, рух власної платформи та одночасну появу різних загроз.

Тому повідомлення про черговий збитий лазером дрон варто оцінювати за конкретними показниками: якими були дальність, погода й конструкція цілі; скільки тривав вплив; скільки апаратів комплекс уразив поспіль; чи потребував паузи; наскільки самостійно працювала система виявлення. Без цих даних ефектне відео доводить, що технологія спрацювала в конкретному епізоді, але ще не відповідає на запитання, чи здатна вона надійно захищати об'єкт упродовж місяців.

Фізичні обмеження не роблять бойові лазери ілюзією — вони визначають межі їхньої корисності. Правильне запитання звучить не «чи працює лазер?», а «проти якої цілі, на якій відстані, за якої погоди та інтенсивності атаки він працює достатньо надійно?». Відповідь підводить до головного: найбільшу цінність лазер має не як самодостатня диво-зброя, а як один із взаємодоповнювальних ешелонів ППО.



Яке місце лазер може посісти в обороні України

Для України питання полягає не в тому, чи варто долучатися до світової технологічної гонки, а в тому, яку конкретну прогалину в обороні здатен закрити лазер.

Росія одночасно застосовує розвідувальні безпілотники, FPV-дрони, баражувальні боєприпаси, ударні БпЛА великої дальності, крилаті та балістичні ракети. Жоден засіб не може однаково ефективно й економно протидіяти всьому цьому спектру.

Найреалістичніша роль лазера — проміжний ешелон між РЕБ і кінетичними системами: зенітними гарматами, дронами-перехоплювачами та ракетами. Він має приймати на себе частину відносно простих цілей, щоб дорожчі боєприпаси залишалися для загроз, проти яких немає дешевшого рішення.

Першим полем застосування могла б стати об'єктова оборона. Лазерні комплекси можуть посилювати захист аеродромів, складів боєприпасів, командних пунктів, логістичних вузлів, оборонних підприємств та окремих об'єктів енергетики. На таких позиціях легше забезпечити електроживлення й охолодження, поєднати кілька типів сенсорів, заздалегідь визначити сектори відповідальності та налагодити технічне обслуговування.

Пріоритетними цілями можуть бути малорозмірні розвідувальні БпЛА, мультикоптери, окремі баражувальні боєприпаси та інші відносно повільні апарати в зоні прямої видимості. Потужніші системи можна розглядати й для протидії ударним дронам типу Shahed на завершальній ділянці польоту. Проте покладати на лазер одноосібну відповідаль-

ність за захист від масованого нальоту було б небезпечно: погіршення видимості або одночасна поява великої кількості цілей може різко знизити його внесок.

Ще один перспективний напрям — порти та прибережна інфраструктура. Відкрита акваторія дає широкі сектори огляду, а кораблі здатні забезпечити значні обсяги електроенергії. Водночас морська волога, туман і соляний аерозоль погіршують проходження променя та забруднюють оптику. Тому характеристики, отримані в сухому кліматі або на підготовленому полігоні, не можна автоматично переносити на Чорне море — потрібні окремі випробування в місцевих умовах.

Значно складнішим є передній край. Саме там дешеві FPV-дрони та розвідувальні апарати створюють постійну загрозу людям і техніці, але саме там лазер потрапляє в майже найгірше для себе середовище. Дим, пил, рослинність, забудова та складки місцевості обмежують видимість. Мобільна установка повинна нести живлення й охолодження, швидко розгортатися, працювати з коротких зупинок і водночас залишатися захищеною.

Крім того, комплекс із помітними оптичними, тепловими та електромагнітними ознаками сам може стати пріоритетною ціллю. Тому на передньому краї реалістичніше говорити не про масову заміну наявних засобів, а про посилення оборони окремих важливих пунктів — штабів, вузлів зв'язку, переправ, артилерійських позицій або комплексів ППО. Навіть тоді лазеру знадобляться зміна позицій, маскування, хибні цілі та власне прикриття.

Ключем має бути не окрема установка, а спільна система виявлення та розподілу цілей. Радари, пасивні радіочас-



тотні сенсори, акустичні пости й оптико-електронні станції повинні формувати єдину картину повітряної обстановки. Автоматизована система управління має оцінювати тип цілі, маршрут, швидкість, канал керування, погоду й запас часу, після чого призначати найбільш доцільний засіб ураження.

Критерієм тут має бути не найдешевший постріл сам по собі, а найдешевший засіб, який забезпечує необхідну ймовірність ураження. Якщо дрон залежить від супутникової навігації або радіоканалу, оптимальним рішенням може бути РЕБ. Проти автономного чи керованого через оптоволокно апарата знадобиться лазер, гармата або дрон-перехоплювач. За поганої видимості перевага переходить до кінетичних засобів, а швидкі, висотні та особливо небезпечні цілі залишаються завданням ракетних комплексів.

Саме так вибудовують лазерний компонент держави, які найдалі просунулися в цій сфері. Ізраїль включає Iron Beam до наявної багаторівневої системи, а НАТО в межах Layered Counter-UAS Initiative випробовує не один «ідеальний» перехоплювач, а взаємодію сенсорів, засобів ураження та систем управління. Для України, де противник постійно змінює конструкцію дронів і тактику атак, така адаптивність важливіша за паспортну потужність окремої установки.

Окремої уваги заслуговує український лазерний комплекс «Тризуб», публічно представлений Силами безпілотних систем у 2025 році. Його поява свідчить про наявність в Україні відповідного наукового та інженерного напрямку. Проте відкритої інформації недостатньо, щоб оцінити бойову ефективність системи. Для цього потрібно знати не лише заявлені потужність або дальність, а й час роботи по різних цілях, вплив погоди, кількість послідовних перехоплень, потребу в охолодженні та результати тривалої експлуатації.

Україні загалом не варто оцінювати такі системи за одним показником — кількістю кіловатів. Висока потужність не гарантує результату, якщо комплекс запізно виявляє ціль, втрачає її під час супроводу або перегрівається після короткої серії. Випробовувати потрібно весь цикл — від першого виявлення дрона до підтвердження його нейтралізації.

Перевірка має відбуватися протягом різних сезонів, у тумані й під час опадів, за наявності пилу та диму, проти маневрових цілей і групових нальотів. Серед ключових показників мають бути ймовірність ураження, середній час впливу, кількість перехоплень поспіль, витрати енергії та пального, швидкість розгортання, технічна готовність, ресурс оптики й повна вартість успішного перехоплення. Для війська це важливіше, ніж красивий кадр пропаленої мішені.

Не менш важлива інтеграція. Комплекс повинен отримувати цілевказання від наявних українських сенсорів, обмінюватися даними з автоматизованими системами управління й працювати разом з іншими засобами протидії БпЛА. Закрита установка, яка бачить лише власний вузький сектор, може виявитися менш корисною за скромнішу за потужністю, але повністю інтегровану систему.

Практичним шляхом була б дослідна експлуатація обмеженої кількості комплексів на різних типах об'єктів. Це дало б змогу накопичити статистику, порівняти лазер із гарматами та дронами-перехоплювачами й визначити, де він справді забезпечує економію. Лише після цього варто ухвалювати рішення про масштабування виробництва або закупівель.

Паралельно доцільно розвивати міжнародну кооперацію. Україна має унікальний масив бойових даних про російські безпілотники та способи їх застосування. Партнери володіють напрацюваннями у сфері потужних лазерних джерел, адаптивної оптики, стабілізації та охолодження. Поєднання цих переваг може бути ефективнішим, ніж спроба самотійно відтворити весь технологічний ланцюг.

Таким чином, Україні потрібен не «лазер заради лазера», а перевірений засіб для конкретної ланки оборони. Його цінність визначатиметься не яскравістю променя, а тим, скільки реальних цілей він знищить, скільки ракет збереже й наскільки надійно працюватиме поруч з іншими елементами ППО.

Висновок

Масове застосування безпілотників змусило переглянути саму економіку протиповітряної оборони. Сьогодні недостатньо просто збити ціль — потрібно зробити це засобом, вартість і запаси якого відповідають рівню загрози.

Якщо на кожен дешевий дрон витрачати складну зенітну ракету, навіть успішні перехоплення поступово виснажуватимуть захисника.

Бойовий лазер пропонує часткову відповідь. За сприятливих умов він здатен послідовно уражати малорозмірні цілі, не витрачаючи дефіцитних ракет і не потребуючи постійного підвезення боєприпасів. У цьому сенсі «дешевий постріл» — не вигадка. Але дешевим є промінь, а не весь комплекс, і ця перевага зберігається лише доти, доки погода, дальність, темп атаки та технічний стан установки дозволяють надійно довести вплив до результату.

Саме тому лазер не замінить РЕБ, зенітну артилерію, дрони-перехоплювачі та ракети. Його місце — між ними, у складі ешелонованої оборони, де кожен ціль передають найдешевшому засобу, здатному зупинити її з необхідною ймовірністю. У такій архітектурі лазер може взяти на себе частину масових і відносно простих загроз, а дорогі перехоплювачі залишити для швидких, висотних і складних цілей.

Для України оптимальний шлях — не захоплення рекламними характеристиками й не відмова від технології як нібито передчасної. Потрібні випробування в реальних кліматичних і бойових умовах, дослідна експлуатація, інтеграція з наявними сенсорами та системами управління, а також чесний розрахунок вартості успішного перехоплення.

Найкращим буде не обов'язково найпотужніший лазер, а той, який стабільно виконує своє завдання і для якого система управління правильно визначає момент застосування.

Отже, бойовий лазер може бути і дешевим пострілом, і дорогою ілюзією. У складі багаторівневої ППО, за чітко визначених завдань і підтверджених характеристик, він стає цінним додатковим ешелonom. Якщо ж намагатися представити його як всепогодну й універсальну заміну іншим засобам, фізика дуже швидко зруйнує цю ілюзію.

Артем Мирончук

ПОВЕРНУТИ МАНЕВР: ЯК ПОДОЛАТИ ДРОНОВИЙ ГЛУХИЙ КУТ



Масове застосування безпілотних систем суттєво змінило логіку сухопутної війни. Те, що десятиліттями вважалося основою успішного наступу — приховане зосередження сил, прорив оборони механізованими підрозділами, швидке введення резервів і розвиток успіху, — сьогодні відбувається на полі бою, де сховати підготовку до маневру стало набагато складніше.

Однак історія вже не раз доводила: технологічний глухий кут рідко буває остаточним. Питання лише в тому, якою буде відповідь цього разу.

Уявімо цілком типову для сучасного фронту ситуацію. Механізований підрозділ ще не вийшов на рубіж атаки, але противник уже може здогадуватися про підготовку до активних дій.

Один безпілотник помітив рух техніки, інший контролює дорогу, якою підвозять боєприпаси, засоби радіоелектронної розвідки фіксують зміну характеру роботи засобів зв'язку. Окремо кожна така ознака ще нічого не доводить, але разом вони складаються у картину.

Якщо ця інформація швидко доходить до того, хто здатний завдати удару, під вогнем можуть опинитися не лише передові підрозділи, а й інженерна техніка, артилерія, резерви та логістика ще до початку самого наступу.

Власне, тут і прихована одна з головних змін сучасної війни. Річ не в тому, що дешевий FPV-дрон навчився знищувати дорогий танк.

Танки були вразливими й раніше — від протитанкових ракет, мін, артилерії та авіації. Значно важливіше інше: розвідка, безпілотні системи, цифровий зв'язок, автоматизоване управління та різні засоби ураження дедалі тісніше з'єднуються в єдиний розвідувально-вогневий контур. Виявлена ціль швидше стає координатами, координати — бойовим завданням, а бойове завдання — ударом.

Війна, як це часто буває, звела складну технологічну проблему до дуже простого ресурсу — часу. Хто швидше побачив, зрозумів і відреагував, той отримав перевагу.

Для наступаючої сторони це особливо неприємна новина. Протягом століть одним із базових принципів війни було зосередження переважаючих сил на вирішальній ділянці. Там, де планувався прорив, концентрували піхоту, артилерію, бронетехніку, інженерні засоби й резерви.

Тепер така концентрація одночасно створює дедалі більше демаскувальних ознак. Виникає парадокс, який, мабуть, і є головною проблемою сучасного наступального бою: для того щоб вижити, війська повинні розосереджуватися, але для того щоб досягти вирішального результату, вони все одно мають концентрувати бойову силу.

Як поєднати ці дві вимоги? І чи означає нинішня технологічна перевага оборони, що час великих маневрених операцій минув?

Навряд чи варто поспішати з таким висновком. Війна взагалі погано ставиться до слова «назавжди».

Кулемет, танк і стара суперечка про кінець маневру

У червні 2026 року генерал-лейтенант Сухопутних військ США у відставці Ерік Веслі опублікував у Modern War Institute при Військовій академії США у Вест-Пойнті матеріал із навмисно провокативною назвою: «Дрони — не майбутнє війни. Вони — проблема, яку потрібно розв'язати».

Веслі проводить паралель із Першою світовою війною. Тоді поява кулемета у поєднанні зі скорострільною артилерією, дротяними загородженнями та розвиненими польовими укріпленнями різко посилила оборону.

Європейські армії, які у 1914 році йшли на війну з уявленнями про швидкі маневрені кампанії, невдовзі опинилися у траншеях. Наступаючі витрачали величезні ресурси й тисячі життів заради просування, яке іноді вимірювалося сотнями метрів.

Технологія неначе відібрала у війська можливість рухатися.

Але лише на певний час.

До кінця війни армії поступово навчилися краще поєднувати артилерійський вогонь, дії піхоти, авіацію, інженерне забезпечення та нові засоби зв'язку. З'явилися танки. Удосконалювалася тактика штурмових груп.

Командири шукали способи прорвати оборону без багатоденної артилерійської підготовки, яка сама попереджала противника про майбутній наступ. Війна не стала раптом легкою чи безкровною, але до 1918 року операції знову набули значно більшої рухливості.

Є спокуса переказати цю історію зовсім просто: з'явився кулемет, фронт завмер, а потім винайшли танк — і маневр повернувся. Такий сюжет красивий, але історично неточний.

Перші танки самі були дуже далекими від «чудо-зброї». Вони ламалися, мали обмежений запас ходу, страждали від складної місцевості й потребували підтримки інших родів військ.

Навіть успішний прорив оборони ще нічого не гарантував. Після нього необхідно було підтягнути піхоту, перемістити артилерію, забезпечити паливе й боєприпаси, підтримувати зв'язок і вводити резерви швидше, ніж противник встигне закрити пролом.

Битва біля Камбре 1917 року добре показала цю проблему. Масоване застосування британських танків допомогло досягти значного початкового успіху, однак сам по собі новий засіб не зміг перетворити тактичний прорив на оперативний розгром німецьких військ.

Для цього ще не вистачало тієї системи взаємодії, управління та забезпечення, яка сформувалася пізніше.

Отже, маневр повернув не танк сам по собі. Його повернула нова організація війни навколо нових технологій.

Саме в цьому, на мій погляд, і полягає справжня цінність історичної аналогії Веслі. Не потрібно шукати сучасний

аналог танка — якусь машину, лазер або надпотужний комплекс радіоелектронної боротьби, після появи якого дронна загроза раптом зникне. Найімовірніше, такого засобу просто не буде.

Сьогодні, як і сто років тому, проблема має системний характер, а отже, системною буде й відповідь.

Водночас аналогія між кулеметом і дроном має свої межі. Кулемет був насамперед засобом вогневого ураження. Безпілотна система може виконувати десятки різних функцій: вести розвідку, коригувати артилерію, ретранслювати зв'язок, завдавати ударів, встановлювати міни, перевозити вантажі, евакуювати поранених або діяти як засіб перехоплення іншого безпілотної. Тому сучасний виклик значно складніший — доводиться боротися не з окремим видом зброї, а з цілою екосистемою.

«Прозоре» поле бою – але не наскрізь

Вираз «прозоре поле бою» настільки прижився, що його вже нерідко сприймають буквально. Начебто над сучасним фронтом більше неможливо нічого приховати, а кожен танк чи солдат перебуває під постійним наглядом.

Насправді все складніше.

Поле бою не стало прозорим наскрізь. БпЛА збивають, придушують засобами РЕБ, вони залежать від погоди та рельєфу. Ліс, забудова, складки місцевості, дими й маскування нікуди не зникли. Радіоелектронна обстановка постійно змінюється. До того ж побачити якийсь об'єкт — це ще не те саме, що правильно зрозуміти, що він робить і навіщо він там з'явився.

Але порівняно навіть із війнами початку XXI століття рівень тактичної прозорості зріс надзвичайно.

Невеликий підрозділ сьогодні може мати власний квадрокоптер і спостерігати за ділянкою, для контролю якої ще два десятиліття тому знадобилися б значно складніші засоби розвідки. Більші безпілотної ведуть спостереження у тактичній і оперативній глибині.

Інформацію доповнюють радіоелектронна, радіолокаційна, оптична та інші види розвідки. Цифрові системи дозволяють швидко наносити виявлені об'єкти на карту й поширювати інформацію між підрозділами.

Проте вирішальним є навіть не те, скільки очей дивиться на поле бою, а те, наскільки швидко побачене можна перетворити на вогонь.

У цьому сенсі український фронт демонструє розвиток повноцінних розвідувально-вогневих контурів: розвідка виявляє ціль, інформація передається засобу ураження, після чого знову проводиться спостереження й оцінюється результат. Що швидше працює цей цикл, то небезпечнішою стає будь-яка помітна активність противника.

Особливо це відчувається під час підготовки наступу. Серйозна операція потребує не лише піхоти й танків. Потрібно

накопичити боєприпаси, перемістити резерви, підтягнути інженерну техніку, організувати медичне забезпечення, розгорнути додаткові пункти управління, підготувати маршрути підвозу. Масштабна підготовка залишає масштабний інформаційний слід.

У дослідженні Royal United Services Institute, присвяченому новим підходам до загальновійськового маневру в Україні, Джек Вотлінг звертає увагу на принципово важливу зміну. Сьогодні на концентрацію військ противник може відповісти не аналогічною концентрацією своїх військ, а концентрацією засобів впливу.

На загрозову ділянку переорієнтовуються безпілотні системи, артилерія, засоби дистанційного мінування, радіоелектронної боротьби та розвідки. Фізично оборонців може бути не так багато, але створена ними щільність спостереження та вогню різко ускладнює рух.

Це важлива зміна самої геометрії бою. Лінія зіткнення вже не є чіткою межею, перед якою небезпечно, а за якою починається відносно спокійний тил.

Зона постійного впливу простягається вглиб, охоплюючи артилерію, пункти управління, операторів БПЛА, резерви й логістичні маршрути. А це означає, що навіть успішно проврати передній край оборони — лише половина справи.

Іноді навіть не половина.

Пробити оборону мало – потрібно ще встигнути скористатися проривом

Класична логіка маневреної операції проста: створив пролом — негайно вводь у нього сили, розширюй прорив і не давай противнику відновити оборону. Саме швидкість розвитку успіху відрізняє оперативний прорив від локального захоплення кількох позицій.

На сучасному полі бою саме цей момент став одним із найскладніших.

Щойно визначається напрямок успішного просування, увага противника природно концентрується там. Розвідувальні безпілотники шукають резерви, FPV контролюють дороги, під ударами опиняється інженерна техніка й транспорт. Маршрут, яким учора ще можна було більш-менш безпечно підвозити боєприпаси, сьогодні може вже проглядатися й протрілюватися.

А наступ — це дуже ненажерливий процес. Він споживає боєприпаси, паливе, людей, техніку, батареї, воду, інженерне майно. Поранених потрібно евакуювати, пошкоджену техніку — витягувати, проходи в мінних полях — підтримувати. І все це має рухатися вперед майже одночасно з передовими підрозділами.

На карті стріла наступу виглядає красиво. За нею легко забути про десятки менш ефектних стрілок, якими рухаються вантажі, евакуація, ремонтні групи й резерви. Проте без них перша стріла дуже швидко зупиниться.

Саме тому боротьба за маневр дедалі більше стає боротьбою за логістику. Якщо підрозділ просунувся вперед, але постачання відстало, його наступальний потенціал швидко вичерпується.

Противнику іноді достатньо виграти кілька годин, щоб підтягнути резерви, встановити нові загородження й організувати оборону на наступному рубежі.





Отже, головне питання полягає вже не тільки в тому, як про-
рвати оборону, а й у тому, як зберегти темп після прориву.

Саме тут традиційна модель великого механізованого насту-
пу стикається з найбільшими труднощами.

Розосередження допомагає вижити, але цього мало

Найочевиднішою відповіддю на насичене сенсорами й
засобами ураження поле бою стало розосередження.
Цю тенденцію добре видно на українському фронті.
Замість великих скупчень техніки — менші групи.

Замість великих логістичних колон — багато окремих рейсів.
Активніше застосовуються легкі автомобілі, баггі, мотоци-
кли, наземні роботизовані комплекси.

Підрозділи використовують ніч, погану погоду, складки міс-
цевості й будь-яку можливість скоротити час перебування на
відкритому просторі.

Усе це цілком логічно. Якщо противник здатний швидко по-
бачити велику ціль і сконцентрувати по ній вогонь, не варто
добровільно дарувати йому таку ціль.

Але тут є одна пастка.

Спостерігаючи за війною останніх років, легко зробити
висновок, що великі формування взагалі втратили сенс, а
майбутній наступ належить виключно малим штурмовим
групам, які просочуються між позиціями противника під
прикриттям FPV.

Такий висновок був би передчасним.

Мала група може приховано наблизитися до позиції, за-

йняти будівлю чи ділянку лісосмуги, скористатися слабким
місцем у бойовому порядку противника. Але сама по собі
вона не здатна швидко розвалити стійку систему оборони на
значній ділянці.

Мінні поля все одно потрібно долати, вогневі точки — при-
душувати, резерви — блокувати, територію — займати й
утримувати. Після цього всього ще треба забезпечити людей
боєприпасами, їжею, водою і можливістю евакуації.

Розосередження, таким чином, значною мірою вирішує про-
блему живучості, але ще не вирішує проблему маневру.

Саме тут ми повертаємося до головного парадоксу. Для
виживання потрібно розосереджуватися, для створення ви-
рішальної переваги — концентруватися.

Можливо, відповідь полягає в тому, що концентрувати по-
трібно вже не стільки самі платформи, скільки їхній бойовий
ефект.

Концентрація без великої колони

Утрадиційному уявленні концентрація сил завжди
була добре помітною фізично. Якщо планувався про-
рив, на визначеній ділянці з'являлося більше артиле-
рії, бронетехніки, піхоти, інженерних підрозділів.

Це створювало масу, необхідну для удару, але одночасно
формувало велику ціль.

Сучасні системи управління дозволяють подивитися на
концентрацію інакше.

Розвідувальні засоби можуть перебувати в одному районі,
артилерія — в іншому, підрозділи РЕБ — у третьому, опера-
тори безпілотних систем — ще далі. Фізично вони розосеред-



жені. Але в потрібний момент усі їхні можливості спрямовуються на одну ділянку й працюють за єдиним задумом.

Розвідка уточнює цілі та маршрути. Радіоелектронна боротьба ускладнює управління й передачу даних.

Дрони-перехоплювачі намагаються витіснити з району ворожу повітряну розвідку. Артилерія та далекобійні засоби уражають визначені вузли. Безпілотники контролюють підходи резервів. Інженери створюють проходи, після чого наземні підрозділи використовують створену дезорганізацію.

На папері така схема виглядає просто. У реальному бою синхронізувати її надзвичайно складно.

Саме тому значення систем управління, стійкого зв'язку та архітектури C4ISR лише зростатиме.

Їхнє завдання — звести в єдину картину дані розвідки та спостереження, забезпечити обмін інформацією між різними елементами й не дозволити командирів потонути у величезній кількості сигналів.

Майбутня ударна група може бути розосереджена на десятки кілометрів, але функціонально діяти як одне ціле.

Якщо це вдасться, ми отримаємо зовсім інше розуміння концентрації: не десятки машин на одному маршруті, а десятки різних спроможностей, одночасно спрямованих на одну ціль.

Фактично йдеться про перехід від концентрації сил до концентрації ефектів.

І, можливо, саме тут прихований один із ключів до повернення маневру.

Повернути противнику «туман війни»

Існує ще одна принципова річ. Щоб провести успішний маневр, зовсім не обов'язково зробити власні війська невразливими.

Це, швидше за все, взагалі неможливо.

Набагато реалістичніше на певний час зменшити здатність противника бачити, правильно розуміти побачене й швидко реагувати.

Якщо сучасний розвідувально-вогневий контур складається з послідовності «виявити — передати — ухвалити рішення — уразити», достатньо порушити одну або декілька його ланок, щоб виграти час. Знищений розвідувальний БпЛА, подавлений канал зв'язку, уражена антена, зміна позиції артилерії після контрбатарейного впливу — кожен із цих епізодів окремо може здаватися невеликим. Але разом вони створюють те, що можна назвати вікном маневру.



Йдеться не про постійний «захисний купол», під яким війська безкарно ідуть уперед. Такої розкоші сучасна війна, схоже, не дасть нікому. Йдеться про обмежену ділянку і короткий проміжок часу, протягом якого розвідувально-вогнева система противника працює гірше, ніж зазвичай.

Він бачить менше, отримує інформацію із запізненням, змушений перевіряти суперечливі дані, не може швидко передати цілевказання або втрачає частину засобів ураження. Цього може бути достатньо, щоб власні підрозділи пройшли небезпечну ділянку, ввели резерв чи доставили інженерні засоби.

Кілька годин? Можливо.

У певних умовах — кілька десятків хвилин.

У сучасному бою й цього може вистачити.

Саме тому знову зростає значення військового обману. Здавалося б, у добу супутників, безпілотників і цифрових карт це мистецтво мало відійти в минуле. Відбулося майже протилежне.

Повністю приховати масштабну підготовку справді стає дедалі складніше. Але приховати факт підготовки й приховати задум — не одне й те саме.

Противник може бачити техніку, але неправильно оцінювати, навіщо вона переміщується. Може зафіксувати активність радіомережі, але сприйняти її за підготовку на другому рядному напрямку. Може витратити розвідувальні ресурси й боеприпаси на макети, хибні позиції та імітацію діяльності.

Чим більше сенсорів — тим більше інформації. А чим більше інформації — тим складніше відрізнити справді важливе від шуму.

Цим можна користуватися.

Історія військового мистецтва взагалі знає чимало випадків, коли противника перемагали не тому, що він нічого не бачив,

а тому, що він неправильно зрозумів те, що бачив. Найвідоміший приклад — система дезінформації союзників напередодні висадки в Нормандії. Німецьке командування знало, що вторгнення готується. Завдання союзників полягало в іншому — переконати його, що головний удар буде завдано не там, де він відбувся насправді.

Сьогодні макети, хибний радіообмін, імітація теплових та електромагнітних сигнатур, демонстративне переміщення техніки можуть отримати друге життя вже на іншому технологічному рівні.

Парадоксально, але одним зі способів подолати «прозоре поле бою» може стати не спроба знову зробити його непрозорим, а прагнення заповнити його неправдивою картиною.

Дрони: вони ж створили проблему – вони можуть допомогти її розв'язати

Тут виникає ще один цікавий парадокс. Безпілотники значною мірою сприяли тому, що рух на полі бою став небезпечнішим. Водночас саме вони можуть стати одним із засобів, які повернуть можливість рухатися.

Поки що FPV переважно сприймають як відносно дешевий високоточний боеприпас. Оператор знаходить автомобіль, гармату, бліндаж чи бронемашину — і намагається її уразити. На тактичному рівні це надзвичайно ефективний інструмент.

Але для повернення маневру цього недостатньо.

Декілька знищених машин ще не руйнують бойову систему противника. Набагато цікавіше питання — чи можна застосовувати безпілотні системи так, щоб вони не просто накопичували окремі ураження, а створювали умови для розвалу оборони на визначеній ділянці.



Саме цю ідею розвивають автори Modern War Institute у концепції drone-enabled maneuver warfare — маневру, посиленого безпілотними системами. Її логіка полягає в тому, щоб за допомогою БпЛА не лише атакувати передній край, а ізолювати потрібний район: порушувати постачання, блокувати висування резервів, впливати на артилерію й командні пункти, вести постійну розвідку в тактичній глибині.

У такому випадку ціллю стає не окремий танк, а зв'язність бойової системи противника.

Це принципова різниця.

Підрозділ може мати достатньо особового складу, але втрачати ефективність, якщо порушене управління. Артилерійська система фізично справна, але її можливості різко зменшуються без розвідданих і боєприпасів. Резерв може бути повністю боєздатним, однак він не допоможе обороні, якщо не здатний своєчасно вийти до потрібного району. Танк без пального не перестає бути танком, але перестає бути засобом маневру.

Тому майбутнє безпілотних систем — не обов'язково у нескінченному збільшенні кількості окремих ударів. Значно важливішою може стати здатність системно руйнувати функції противника, створюючи для наземних військ можливість використати результат.

Бо тут усе одно залишається стара істина війни: дрон може уразити позицію, але він не встановлює над нею стійкого контролю.

Зрештою хтось має зайти в траншею, підвал чи посадку й залишитися там.

Саме тому суперечка «дрон чи танк», «дрон чи артилерія», «робот чи піхота» видається дещо штучною. Сильна армія майбутнього навряд чи обиратиме між ними. Вона шукатиме спосіб змусити їх працювати разом.



Не «чудо-зброя», а система систем

Досвід останніх років вже показав, наскільки небезпечно покладати надмірні надії на один технічний засіб. Здавалося, достатньо наситити війська РЕБ — і проблему FPV буде значною мірою вирішено.

У відповідь змінюються частоти, алгоритми керування, зростає автономність, масово поширюються апарати з оптоволоконним зв'язком. З'являються дрони-перехоплювачі — противник шукає способи збільшити швидкість, дальність та живучість своїх розвідувальних платформ.

Ця гонка не закінчиться.

Практично кожний ефективний захід породжує контрзахід, а той — наступну відповідь.

Тому дедалі очевиднішою стає потреба протиставляти системі противника не окремий засіб, а власну систему систем.

Подібний підхід у 2026 році відпрацьовує НАТО в межах Layered Counter-UAS Initiative. Сенс цієї ініціативи полягає не просто у випробуванні чергової зенітної гармати чи перехоплювача, а в інтеграції різних сенсорів, засобів команду-





вання й управління та засобів протидії безпілотним авіаційним системам — C-UAS — у багаторівневу архітектуру.

Система повинна виявити ціль, класифікувати її, визначити рівень загрози й вибрати адекватний спосіб реагування.

Це принципово важливо ще й з економічної точки зору. Якщо дешевий безпілотник щоразу збивати дорогою ракетою, оборона може програти навіть тоді, коли технічно перехоплює більшість цілей.

Тому поряд з ефективністю ураження дедалі важливішою стає правильність вибору засобу: де достатньо РЕБ, де потрібен дрон-перехоплювач, де гармата, а де доцільно застосувати ракету.

У вересні 2026 року Агентство НАТО зі зв'язку та інформації оголосило окреме завдання з пошуку рішень штучного інтелекту для об'єднання даних від радарів, радіочастотних детекторів, камер і акустичних сенсорів.

І це добре показує загальний напрямок розвитку: проблема вже не стільки в нестачі інформації, скільки у здатності швидко звести різномірні дані в одну достовірну картину.

Те саме стосується й наступального маневру. Системи C-UAS мають прикривати війська від ворожої повітряної розвідки та ударних БпЛА. РЕР і РЕБ — боротися за електромагнітний спектр. Артилерія й далекобійні засоби — руйнувати ключові елементи оборони.

Інженерні підрозділи — забезпечувати мобільність. Безпілотні системи — вести розвідку, завдавати ударів і контролювати маршрути. Наземні роботизовані комплекси — брати на себе частину найризикованішої логістики.

Окремо жоден із цих елементів не повертає маневр. Разом — можуть.

Штучний інтелект: боротьба не за «розумнішу машину», а за час

У цій системі дедалі більшу роль відіграватиме штучний інтелект. Тут, однак, також варто уникати зайвої фантастики. Найближча практична користь ШІ полягає не в появі «електронного командира», який самостійно плануватиме бій.

Проблема значно прозаїчніша: людина вже не встигає якісно опрацьовувати весь обсяг інформації, який створює сучасне поле бою.

Один командний пункт може отримувати відео з кількох БпЛА, повідомлення підрозділів, радіолокаційні відмітки, результати РЕР, інформацію про стан боєприпасів, метеоумови, переміщення своїх і виявлені об'єкти противника. Якщо просто вивести все це на десять моніторів, управління кращим не стане. Навіть навпаки. Завдання алгоритмів — допомогти відфільтрувати шум, зіставити інформацію від різних сенсорів, розпізнати повторювані об'єкти, звернути увагу командира на зміну обстановки й скоротити час між отриманням інформації та рішенням.

Рішення, особливо там, де воно пов'язане із застосуванням сили, залишається відповідальністю людини. Але якщо машина допомогла ухвалити його на кілька хвилин раніше, у сучасній війні це вже може бути серйозною перевагою. Тобто боротьба навколо військового ШІ значною мірою є тією самою боротьбою за час.

Український досвід: адаптація без паузи

Для України все це давно не теорія. За роки повномасштабної війни безпілотні системи пройшли шлях, на який у мирний час могли б знадобитися десятиліття.



Комерційний квадрокоптер із допоміжного засобу спостереження перетворився на одну з базових складових тактичної розвідки. FPV із волонтерських експериментів — на масовий засіб ураження. З'явилися важкі бомбери, далекобійні ударні системи, спеціалізовані перехоплювачі, морські безпілотні платформи.

Однак, мабуть, найцікавіший процес відбувається не з «залізом».

Відбувається перехід від окремих успішних екіпажів і платформ до системного управління їх застосуванням.

У січні 2026 року в бойовій цифровій екосистемі DELTA було запущено Mission Control — систему управління операціями безпілотних систем. Уже навесні вона працювала в усіх корпусах та угрупованнях військ. Станом на серпень через Mission Control щотижня проходило близько 50 тисяч місій і подавалося понад 230 тисяч цифрових звітів.

Ці цифри важливі не самі по собі. Цікавіше те, що за ними стоїть.

Раніше досвід конкретного екіпажу міг залишатися досвідом цього екіпажу — максимум підрозділу. Тепер результати місій перетворюються на структуровані дані. Можна бачити, які типи систем дають кращий результат, як змінюється ефективність залежно від району й завдання, де витрачається ресурс, а де він дає найбільший ефект. Те, що раніше обговорювали «на відчуттях», поступово можна перевіряти даними.

Для армії це дуже серйозна зміна. Не менш показовий розвиток наземних роботизованих комплексів. За даними Міністерства оборони України, лише від початку 2026 року до кінця липня НРК виконали понад 66 тисяч місій, насамперед із логістики та евакуації. В окремих місіях вони перевозять по 200–300 кілограмів вантажу там, де відправлення звичайно-

го автомобіля з екіпажем означало б значно більший ризик. Можливо, це не так видовищно, як роботизована машина з кулеметом, яку люблять показувати на виставках. Але для реальної війни саме такі «нудні» завдання часто виявляються важливішими.

Підвезти боєприпаси на останні кілька кілометрів. Доставити воду. Забрати пораненого. Вивезти обладнання. Зробити це вночі, під спостереженням противника й без ризику для водія. Якщо робот здатний виконати таку роботу десятки разів, він не просто зберігає людей — він допомагає підтримувати темп бойових дій.

А без темпу маневру не існує. Український досвід дає й інший, можливо, ще важливіший урок. Жодна технологічна перевага не залишається нашою надовго. Нове рішення противник вивчає, копіює, намагається придушити або обходити. РЕБ породжує нові канали зв'язку. Новий захист техніки змушує змінювати спосіб атаки. Поширення оптоволоконних дронів створює потребу в інших засобах протидії. Дрони-перехоплювачі запускають новий виток боротьби в нижньому повітряному просторі.

Це технологічна гонка без фінішної стрічки. Саме тому найбільшою перевагою може стати не конкретна модель БпЛА і навіть не окрема технологія. Перевагою стає швидкість адаптації.

Військові виявили проблему — виробник отримав зворотний зв'язок — інженери змінили виріб — його випробували — рішення масштабували — противник знайшов відповідь — цикл почався знову.

Хто проходить це коло швидше, той і отримує часову фору. У війні, де окремі технології можуть морально застаріти за кілька місяців, повільна система ухвалення рішень сама стає слабким місцем.

Нові технології потребують іншої армії

І тут ми підходимо до, мабуть, найскладнішої частини проблеми. Техніку змінити іноді легше, ніж організацію. Можна закупити велику кількість БпЛА, але залишити їх «окремою історією», погано інтегрованою в загальновійськовий бій.

Можна наситити підрозділи засобами РЕБ, але не забезпечити нормальної координації з власними безпілотниками та системами зв'язку. Можна створити чудову цифрову карту, але зберегти порядок ухвалення рішень, за якого інформація проходить стільки рівнів, що втрачає актуальність дорогою.

Технологічна швидкість вимагає організаційної швидкості.

Безпілотні підрозділи, артилерія, піхота, бронетехніка, інженерні війська, РЕБ, ППО та логістика мають працювати не просто поруч, а в межах одного задуму. Саме це і є сутністю загальновійськового бою, тільки набір його учасників став значно ширшим.

Відповідно змінюватимуться й вимоги до командирів. Їм доведеться управляти не лише людьми й підрозділами, а складною мережею сенсорів, безпілотних платформ, цифрових систем і засобів ураження.

При цьому централізувати кожне рішення буде неможливо — обстановка змінюється надто швидко. Отже, нижчі рівні управління потребуватимуть достатньої ситуаційної обізнаності та свободи дій у межах задуму старшого командира.

Змінюється навіть саме поняття бойової могутності.

Кількість танків, гармат, бронемашин і особового складу нікуди не зникне зі штабних таблиць. Але поряд із цими показниками дедалі більше значення матимуть речі, які не так легко показати на параді: час від виявлення цілі до її ураження, стійкість мережі до РЕБ, швидкість передачі даних, здатність підрозділу відновити парк БпЛА, темп оновлення програмного забезпечення, можливість інтегрувати інформацію від різних сенсорів.

І ще один показник, який складно виміряти цифрою, але дуже легко відчуту на війні, — наскільки швидко військо здатне вчитися.

Маневр не помер. Він просто вже не буде колишнім

Сьогодні достатньо подивитися на відео з українського фронту, щоб зрозуміти, чому багато аналітиків говорять про кризу наступального маневру.

Велика колона помітна й уразлива. Інженерна техніка, яка має відкрити прохід, стає пріоритетною цілью. Резерв можуть зустріти ще на маршруті. Логістика перебуває під постійним тиском. Час на виправлення помилки скоротився.

Але з цього ще не випливає, що маневр як такий відходить у минуле. Швидше за все, у минуле відходить певний спо-

сіб його здійснення. Сто років тому кулемет і артилерія не скасували наступ. Вони зробили старі способи наступати неприйнятно дорогими, і арміям довелося змінюватися. Сьогодні безпілотники, цифрові мережі й високоточне ураження роблять приблизно те саме.

Майбутній маневр, імовірно, буде менш помітним як фізичне зосередження і значно складнішим як організаційний процес.

Сили залишатимуться розосередженими, але в потрібну хвилину повинні будуть створювати локальну перевагу за рахунок одночасної роботи розвідки, РЕБ, безпілотних систем, С-UAS, артилерії, інженерних засобів, роботизованої логістики та наземних підрозділів.

Завдання полягатиме не у створенні абсолютно безпечного коридору. На сучасному полі бою таких коридорів, схоже, більше не буде.

Потрібно створити вікно маневру — обмежений у часі й просторі момент, коли противник бачить гірше, реагує повільніше, не може своєчасно ввести резерв і втрачає частину здатності концентрувати вогонь.

Таке вікно може існувати недовго. Саме тому ключовим стає не лише вміння його створити, а й готовність негайно ним скористатися. У цьому й криється головна відмінність між набором сучасної техніки та справді сучасною армією.

Можна мати тисячі дронів, десятки систем РЕБ, цифрові карти й роботизовані комплекси — і все одно не отримати оперативного результату, якщо вони діють окремо або рішення ухвалюються надто повільно.

І навпаки, система, яка зуміє поєднати ці елементи, може перетворити невелику локальну перевагу на прорив.

Тому головне військово-технологічне змагання найближчих років, можливо, точитиметься не лише за те, хто виробить більше безпілотників. Масовість залишатиметься важливою, але сама по собі вона не дає відповіді на питання, як виграти війну.

Значно важливіше — хто першим навчиться воювати крізь створене дронами прозоре поле бою.

Хто зможе приховувати не обов'язково власні війська, але свій задум. Хто навчиться залишатися розосередженим і водночас концентрувати бойовий ефект у потрібному місці. Хто зможе швидше порушувати розвідувально-вогневий контур противника, ніж той його відновлюватиме. Хто створить вікно можливостей — і не змарнує його.

Бо зрештою сутність маневру за тисячі років майже не змінилася. Це не просто переміщення військ на карті.

Це здатність поставити противника у таке становище, коли він змушений реагувати на події, які вже не встигає контр-оловати. Змінюються лише інструменти. І зараз, схоже, ми спостерігаємо, як народжується їхнє наступне покоління.

Артем Антонов



Експертний погляд
на національну безпеку держави

ЧИТАЙ, ДУМАЙ, АНАЛІЗУЙ

ОБОРОННИЙ ВІСНИК

Defense bulletin

Передплатний індекс: 78448

