

УДК 355.233(477)

DOI: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2022-3-76/13-17>

Клонцак М. Я., кандидат військових наук

(0000-0003-2848-2665)

Камалов Є. В., доктор філософії

(0000-0002-1994-7144)

Стецюра І. Р.

Кафедра військової підготовки Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського,
Київ

Перспективи оснащення Збройних Сил України зброєю спрямованої енергії

Резюме. В умовах тривалої відкритої збройної агресії Російської Федерації проти нашої країни, важливо передбачати забезпечення Збройних Сил України інноваційною зброєю спрямованої енергії, яка дасть змогу стримувати і відбивати воєнні загрози противника та захищати цивільних осіб від атак загарбників.

Ключові слова: лазерні технології; зброя спрямованої енергії; передове оснащення; економія ресурсів боєпостачання; швидкість світла.

Постановка проблеми. Російсько-українська війна розвіяла ілюзії щодо руху Росії до якоїсь форми внутрішньої нормальності та зовнішньої рівноваги. Російська Федерація є реваншистською, імперіалістичною та геноцидною державою. Після закінчення війни Українська держава, суспільство, культура та національна ідентичність мають стати значно сильнішими.

Рівні наявних та ймовірних загроз показали потребу в озброєнні української армії зразками нового покоління, що може істотно знизити втрати особового складу Збройних Сил України, цивільного населення та захистити важливі стратегічні об'єкти держави. Одним з видів озброєння нового покоління є зброя, яка будується на принципах застосування спрямованої енергії, зокрема, лазерних технологій.

Зброєю спрямованої енергії армії різних країн світу використовують проти ракет, артилерійських снарядів, мінометів, безпілотних літальних апаратів та інших засобів ураження, що виникають у просторі бойових дій.

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю оснащення сил оборони України передовими технологіями для боротьби з можливими загрозами у майбутньому.

Аналіз наукових досліджень та публікацій. Першою концепцією лазера було припущення А. Ейнштейна в 1916 році про здатність фотонів стимулювати випромінювання ідентичних фотонів зі збуджених атомів. Непрямі докази стимульованого випромінювання навів Р. Ладенбург у 1928 році.

У 1954 році Ч. Х. Таунс і кілька його студентів з Колумбійського університету розробили й успішно продемонстрували пристрій, який виробляв електромагнітне посилення та працював на мікрохвильових частотах.

Незабаром у 1960 році Т. Х. Мейман з дослідницької лабораторії Х'юза першим продемонстрував "оптичний лазер", або електронне посилення на оптичних частотах (посилення світла завдяки стимульованому випромінюванню).

Значною кількістю перспективних проєктів, які перебувають у відкритому доступі та розробляються на користь ВМС США, відає Військово-морський центр надводних бойових дій ім. Дж. Далгрена (Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division – NSWCDD). Зокрема, у його складі є підрозділ (NSWCDD DE Weapon Systems Division), який відповідає за дослідження та розроблення в галузі систем "спрямованої енергії".

На сьогодні зброєю спрямованої енергії випробовують і досліджують міжнародні організації та окремі держави, та нерідко інформація про це таємна. Подібні проєкти загалом фінансують на державному рівні, однак їх підтримують провідні акціонери систем військової авіоники: Lockheed Martin, NorthropGrumman, Raytheon, BAE Systems, Boeing та ін.

Зазначимо, що лазерні технології досягли значного прогресу за останні кілька десятиліть. Армії окремих держав використовують різні типи лазерних комплексів для виконання конкретних бойових завдань. Наприклад, у США провели

випробування лазерної зброї LaWS виробництва Lockheed Martin, яка знешкодила ракету. Тобто електричний високоенергетичний лазер збив крилату ракету, яка знаходилася у повітрі.

Військові фахівці вважають, що використання у традиційних підрозділах сухопутних військ, артилерії, протиповітряної оборони та авіації лазерного озброєння є основним оперативним елементом підвищення точності та ефективності бойових дій. Крім того, у деяких країнах вивчення лазерів передбачено навчальним процесом для військовослужбовців у військових училищах та вищих навчальних закладах. Зброя спрямованої енергії є ключовим елементом майбутніх програм оснащення, і Україна має намір стати партнером світових лідерів у дослідженнях, виробництві та впровадженні цієї технології наступного покоління.

Вкладання масштабних інвестицій та проведення досліджень у галузі високоенергетичної лазерної зброї забезпечать величезну потенційну економію коштів та додану вартість у будь-якому тактичному сценарії. Традиційна зброя коштує тисячі та навіть мільйони доларів за постріл, але обмежена доступністю, натомість лазерна зброя нескінченно відновлюватиметься, поки існує доступна енергія.

У вересні 2021 року Міністерство оборони та Оборонна науково-технічна лабораторія Великої Британії в офіційному джерелі опублікували статтю про інвестиції у виробництво вдосконалених лазерних і радіочастотних демонстраторів у межах Програми “Novel Weapons” NWP [1]. Це яскравий приклад того, як міністерство оборони використовує дослідницьке партнерство з промисловістю для інвестицій у технології завтрашнього дня.

Технології наступного покоління, відомі світу як “Directed Energy Weapons” (DEW), будуть інтегровані в наявні платформи для Королівського флоту і британської армії та удосконалені протягом 2023–2025 рр. Експерименти стосуватимуться експлуатації та обслуговування нових систем і нададуть безцінні знання, інформацію та досвід для оцінювання таких технологій. У [1] також повідомлено, що в майбутньому DEW буде повністю вбудований і в інші оборонні активи.

Крім того, агентство перспективного аналізу Міністерства оборони США та наукова лабораторія ВПС США розробили потужну бортову лазерну платформу для

лазерних експериментів і випробувань у повітрі [2]. Інші країни (Китайська Народна Республіка, Росія, Японія та Німеччина) також інтенсивно досліджують і розробляють наступальні лазерні технології. Проєкт, фінансований на державному рівні, підтримують провідні акціонери систем військової авіоники: Lockheed Martin, Northrop Grumman, Raytheon, BAE Systems та Boeing [3].

Мета статті полягає у визначенні перспективи лазерних технологій для тактичного військового застосування силами оборони України, що зі свого боку захищатиме від невеликих ракет, артилерійських снарядів і мінометів, невеликих безпілотних літальних апаратів, невеликих ударних катерів і легких наземних транспортних засобів.

Виклад основного матеріалу. На сьогодні доступні багато видів лазерів з різними діапазонами потужності, спектральними смугами пропускання, довжинами хвиль, часовими та іншими характеристиками. Ці досягнення в компактних оптичних системах і зрілість лазерів збільшили бойові можливості збройних сил в усьому світі.

Системи спрямованої енергетичної та лазерної зброї мають точніші, гнучкіші та доступніші характеристики, ніж пропонує традиційна балістика, тому ефективно протистоять технічним загрозам, мають нескінченну кількість набоїв, можуть бути використані для ураження цілей, що рухаються на відстані прямої видимості та прозорості атмосфери. У разі збільшення рівня потужності волоконного лазера системи “Lockheed Martin, Laser and Sensor Systems” [4] можуть усувати значні загрози на великих відстанях. Досвід “Lockheed Martin”, здобутий в галузі інтеграції платформ, також стосується допоміжних технологій, необхідних для розгортання систем лазерної зброї на військових літаках, наземних транспортних засобах і кораблях.

Припустимо, що війська виявляють незвичайну загрозу: наближається невеликий дрон-квадрокоптер, який можна купити через мережу “Інтернет” за \$200. Щоб знищити дрон, війська запускають ракету вартістю в сотні тисяч доларів, що усуне загрозу, але за невідповідною ціною. За наявності лазерної зброї та енергії можливість вирішення проблеми кардинально зміниться, і це критично важливо, коли потрібно протистояти великій кількості недорогих розподілених

загроз, таких як рій дронів, кожен з яких несе невелику вибухівку.

Передове оснащення вирішує питання, з якими нині зіштовхуються збройні сили в усьому світі, та є найкращим захистом від зброї нового покоління. Відповідати на кілька сотень недорогих безпілотників найдорожчими ракетами – нежиттєздатна стратегія.

Лазерна зброя має багато переваг над традиційною зброєю:

передача зі швидкістю світла дає змогу лазерному променю уражати віддалені цілі відразу після виявлення;

спрямована лазерна енергія забезпечує меншу побічну шкоду і можливість виникнення несподіванок, адже лазер забезпечує точний вибір цільової точки, і попри високі початкові витрати на встановлення після розгортання забезпечує рентабельність бойових дій;

розгортання лазера може бути гнучко налаштовано для забезпечення ефекту градієнта, тобто адаптації діапазону результатів від не смертельних до середніх і руйнівних [5].

Загальна глобальна конфігурація ключових функціональних компонентів будь-якої лазерної системи полягає у такому. Блоки подання та обробки енергії виробляють потужність для джерела накачування, що генерує активний лазерний пучок з використанням лазерного середовища і потім подає його в систему керування променем, яка складається з відгалужувача променя, формувача променя та компонентів, які вирівнюють промінь. Після цього промінь прямує на встановлену ціль. Вплив лазерного променя на ціль, зазвичай, оцінюють за допомогою системи виявлення та управління, що виявляє турбулентність і неточності, викликані атмосферними умовами, відносним рухом або зміною стану цілі, та реалізовує відповідні методи управління для застосування поправок [5].

Лазер працює на дуже високих частотах, що робить його потужним інструментом для вузькоспрямованого та високоенергетичного повітряного розгортання з наступальною чи оборонною цілями. У сучасних системах авіоніки лазерні цілепоказники та променеві навідники є найпоширенішими пристроями, які використовують для точного наведення зброї на наземні цілі. Крім того, компактний розмір і кутове розрізнення лазерних систем дають змогу використовувати їх для дронів та безпілотних літальних апаратів. Крім того,

слабка розбіжність променя лазерного випромінювання забезпечує низьку ймовірність перехоплення, тому його можна використовувати для безпечного виконання критичних операцій.

Отже, унікальні характеристики зброї спрямованої енергії змінюють формулу захисту як тактично, так і фінансово. Військам у польових умовах не потрібно турбуватися про транспортування важких боєприпасів, адже лазерні “боєприпаси” – це просто джерело енергії, а запаси майже необмежені. Швидкість лазерної зброї робить її ідеальною для раптових зіткнень: противник ніколи не бачить її наближення, а військовослужбовці можуть відстежувати і знищувати цілі як на близькій, так і на далекій відстані.

Як зазначено у [3], DEW продемонстрував здатність пошкоджувати фізичні цілі на відстані кількох миль з високою точністю. За останнє десятиріччя у галузі високоенергетичної лазерної зброї було реалізовано деякі фінансові дослідницькі проекти і досліджено вимоги до потужності та кількості руйнувань, завданих цією зброєю.

З 2011 року до сьогодні у світі відомо про такі дослідження як:

мобільного демонстраційного зразка лазера високої енергії Boeing (Boeing&US Army SMDC);

розвитку технології твердотільних лазерів (ONR – US);

програми адаптивного керування променем Aero (Lockheed Martin, AFRL, DARPA);

роботи безпілотного судна безперервної дії для боротьби з підводними човнами (DARPA);

розроблення ініціативи “Надійний електричний лазер” (DoD – US, Lockheed Martin) та ін.

Під час реалізації зазначених проєктів стало відомо, що лазерна зброя ефективна і точна, може впливати на будь-який тип загроз, включаючи повітряні та наземні. Лазерний промінь настільки когерентний, що забезпечує надзвичайно сфокусовану енергію, перетворюючи лазерне випромінювання на теплову енергію, чим викликає фізичне пошкодження конструкції або матеріалу. Оскільки активні пристрої постійно живляться від електричної або хімічної енергії, вони здатні уражати велику кількість цілей за допомогою менш рухливих механічних компонентів.

Лазерну зброю переважно класифікують за рівнями потужності енергії як

низькоенергетичну, середньоенергетичну або високоенергетичну. Згідно з деякими дослідженнями лазерну зброю поділяють на категорії за її оперативним впливом: лазер низької енергії використовують для придушення чи фізичного руйнування сенсорної системи, середньої енергії – для знищення оптоелектронних пристроїв, високої енергії – для нейтралізації гелікоптерів, ракет, іншого повітряного або наземного засобу [6]. Крім того, необхідна потужність для зброї спрямованої енергії може бути збільшена поєднанням різних типів лазерів [7].

Зазначимо, що до ефективної роботи лазерів висувають спеціальні вимоги: щодо пального і потужності, охолодження і теплового режиму, можливості з відстеження та наведення, особистої безпеки та безпеки довкілля. Оскільки DEW потребує великої потужності для розміщення лазерної зброї на бортовій платформі або невеликих літаках, бажано зменшити габарити лазерної зброї. Крім того, слід приділити особливу увагу системі охолодження, що дасть змогу нейтралізувати велику кількість теплової енергії, яка виділяється під час збудження лазера. Відсутність системи охолодження для підтримання температури генератора лазерного променя призведе до його розширення й ускладнить вирівнювання з об'єктом [8]. З огляду на це, важливим напрямом досліджень є підвищення точності лазерних систем в умовах навмисних перешкод або несприятливих погодних умов, наприклад сильного задимлення, високої вологості або запиленості.

Розроблення та випробування високоенергетичної лазерної зброї потребують генерування достатньої кількості енергії, переважно в мегаватах, щоб завдати значної шкоди віддаленим цілям. Такі потужні передачі створюють проблеми з безпекою під час лабораторних або польових випробувань, коли продуктивність систем потрібно оцінювати у контрольованому середовищі. Із розвитком галузі, розроблення та конфігурація безпечних, економічних і комплексних випробувальних установок для експериментів з високоенергетичним лазером стало важливим дослідним завданням.

Зазначимо, що потужна лазерна передача може спричинити побічні збитки і загрозу для найближчих союзних датчиків та обладнання, але такі проблеми можна звести до мінімуму. Дослідження у цій галузі включають вивчення ефективних методів електронного та фізичного захисту

електроніки для забезпечення її оптимальної функціональності та надійності.

У майбутньому нові військові проєкти будуть спрямовані на підвищення якості застосування зброї спрямованої енергії, розроблення технологій дій у воді, космосі та на суші для покращення можливостей збройних сил, розроблення лазерної зброї мегаватного класу (LSS) [10], розроблення легкої лазерної системи протиракетної оборони мегаватного класу (усі компоненти цієї системи важитимуть не більше 4 т).

Адаптуючи поточні технології, гіганти оборонної промисловості Raytheon, Lockheed та Boeing розробили системи озброєння, призначені для використання системи високоенергетичної лазерної зброї у протидії сучасним асиметричним загрозам.

Лазерні технології продемонстрували великий потенціал для революційної зміни сучасних сценаріїв на полі бою завдяки багатогранному допоміжному, оборонному та наступально-руйнівному застосуванню. У разі оснащення армії лазерною зброєю військовослужбовці незабаром матимуть додаткові варіанти для боротьби з низкою загроз та непередбачуваних обставин.

Використання лазерних технологій DEW привело до появи широкого спектру авіаційних і наземних озброєнь, здатних точно завдавати великомасштабних (контрольованих) пошкоджень електронним системам, бойовим підрозділам, оптичним пристроям та високошвидкісним ракетам, що наближаються. Випробування показали, що ці системи пропонують точні, ефективні та відносно недорогі засоби захисту, які можна адаптувати для різних цілей та численних платформ [11].

Сприятливі характеристики систем на основі лазерів уряди та збройні сили розвинених країн використовують як потужного помножувача сили у вигляді зброї спрямованої енергії. У разі успішного впровадження таких інновацій у Збройних Силах України може змінитися формула захисту як тактично, так і фінансово, оскільки зникне необхідність транспортування, зберігання та обслуговування іншої техніки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У статті обґрунтовано доцільність оснащення Збройних Сил України зброєю спрямованої енергії, яка використовує лазерні технології. На тлі існування загроз з боку Російської Федерації та ведення нею воєнних дій необхідно розвивати міжнародне співробітництво у галузі інноваційних

технологій, запроваджуючи зброю спрямованої енергії в Збройних Силах України, щоб мати змогу захистити мирне населення і законні території. Це важливо не лише для України, а й для Європи і світу.

Подальші дослідження доцільно зосередити на визначенні тактики застосування військових лазерних систем у складі військових формувань Збройних Сил України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. GOV.UK. Ministry of Defence and Defence Science and Technology Laboratory. News. URL: <https://www.gov.uk/government/news/725m-investment-for-laser-and-radio-frequency-weapons> (дата звернення: 01.10.2022).
2. Kaushal Mr., Kaddum Mr. Applications of lasers for tatzital military operations. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8048469> (дата звернення: 03.10.2022).
3. Nature. Military technology: Laser weapons get real. URL: <https://www.nature.com/articles/521408a> (дата звернення: 03.10.2022).
4. Lockheed Martin: Harnessing the Power of Lasers. URL: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/directed-energy/laser-weapon-systems.html> (дата звернення: 03.10.2022).
5. Dr. T. Abdulkareem Khalil Al-Aish: Design and Analysis the Fiber Laser Weapon System FLWS. URL: https://www.researchgate.net/publication/305905223_Design_and_Analysis_the_Fiber_Laser_Weapon_System_FLWS (дата звернення: 03.10.2022).
6. Zoguri B. Laser bем energy ace weapon, “direct-energy bем weapons” URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-20794-6_3 (дата звернення: 03.10.2022).
7. Sprangle P., Hafizi B., Ting A., Fischer R. High-power lasers for directed-energy applications. URL: <https://opg.optica.org/ao/abstract.cfm?uri=ao-54-31-F201> (дата звернення: 03.10.2022).
8. Ranjan R., Lents C.E., Rock B.S. Enhanced thermal management for directed energy weapon URL: <https://patents.google.com/patent/US20180231340A1/en> (дата звернення: 04.10.2022).
9. Lawrence Berkeley National Laboratory, “Electromagnetic Spectrum”, U.S. Department of Energy National Laboratory, University of California. URL: <https://www.lbl.gov/> (дата звернення: 01.10.2022).
10. Keller J. Military eyes prototype megawatt-class laser weapon for ballistic missile defense in next seven years. URL: <https://www.militaryaerospace.com/sensors/article/16722085/military-eyes-prototype-megawattclass-laser-weapon-for-ballistic-missile-defense-in-next-seven-years> (дата звернення: 04.10.2022).
11. Scott L. Anti-submarine warfare (ASW) continuous trail unmanned vessel (ACTUV). URL: <https://www.darpa.mil/> (дата звернення: 02.10.2022).

Стаття надійшла до редакційної колегії 03.11.2022

Prospects for equipping the Armed Forces of Ukraine with directed energy weapons

Annotation

The level of existing and likely future threats has demonstrated the need to arm the Ukrainian army with new generation models that can significantly reduce losses of personnel of the Armed Forces of Ukraine and civilians and protect important strategic facilities of the state. One of the types of new generation weapons is a weapon based on the principles of directed energy, in particular, laser technology. The relevance of the research is due to the need to equip the Armed Forces of Ukraine with modern high-precision weapons to combat possible threats in the future.

Armies around the world use directed energy weapons against missiles, artillery shells, mortars, unmanned aerial vehicles, and other weapons of war that appear in the battlefield.

Military experts believe that the use of laser weapons in traditional units of ground forces, artillery, air defense, and aviation is a key operational element in improving the accuracy and effectiveness of combat operations. In addition, in some countries, the study of lasers is included in the educational process for military personnel in military schools and higher education institutions.

Laser weapons have many advantages over traditional weapons:

Transmission at the speed of light allows the laser beam to hit distant targets as soon as it is detected; directed laser energy provides less collateral damage and the possibility of surprises, because the laser provides precise target selection, and despite the high initial installation costs, after deployment, it ensures cost-effective combat operations;

laser deployment can be flexibly adjusted to provide a gradient effect, i.e., adaptation of the range of results from non-lethal to moderate and destructive.

Laser-based systems are planned for widespread use by the armed forces of developed countries. If such innovations are successfully implemented in the Armed Forces of Ukraine, the defense formula may change both tactically and financially, as there will be no need to transport, store, and maintain other equipment.

Keywords: laser technologies; directed energy weapons; advanced equipment; saving ammunition resources; the speed of light.