

**АНАЛІЗ СВІТОВИХ ПРОГРАМ І ПРОЕКТІВ СТВОРЕННЯ  
ЗБРОЇ СПРЯМОВАНОЇ ЕНЕРГІЇ**

*У даний час всі роботи в області зброї спрямованої енергії йдуть в багатьох країнах світу. Основними розробниками зброї даного класу є перш за все США, Китай та РФ. Гарні результати роботи в цьому напрямку показують також Ізраїль, Німеччина та Індія. Але якщо у Китаї та РФ ці розробки є, в основному, закритими для широкого загалу, то у США навіть безперспективні проекти підлягають масовому «піару». У даній статті проведений аналіз зразків та розробок зброї спрямованої енергії, здебільше, на прикладі США та на основі матеріалів викладених у відкритих джерелах.*

*Наведено останні досягнення науково-технічних програм з розробки лазерних систем для тактичної оборони, перспективи розвитку лазерної зброї. Розкриті проблеми, пов'язані з потужністю, тепловою ємністю і розмірами озброєнь даного класу.*

*Ключові слова: зброя нелетальної дії, зброя спрямованої енергії, аналіз, вражаючі фактори, типові ситуації застосування.*

**Вступ.** Лазери, мазери, бластери і електромагнітні гармати є частиною канонічного озброєння зі світу наукової фантастики. Проблеми, пов'язані з потужністю, тепловою ємністю і розмірами озброєнь даного класу зробили ці системи важко реалізованими у практиці, але в умовах сьогодення ці системи існують, а наукові та практичні розробки в цьому напрямку є одними з основних та перспективних у всьому світі.

**Зброя спрямованої енергії** (англ. *Directed-energy weapon, DEW*) - зброя, що випромінює енергію у заданому напрямі без використання дротів, дротиків і інших провідників, для досягнення летального або нелетального ефекту. Цей вид озброєння існує, але перебуває на стадії НДДКР і тестування. Деякі види такої зброї існують тільки у фантастичних книгах, відеоіграх, фільмах і мультфільмах, нефункціональних іграшках, а деякі - перебувають на стадії розробки і тестування. Таке визначення дає сьогодні Вікіпедія при здійсненні пошуку в Google. Але насправді нові технології надають все більше можливостей для розробки перспективних систем зброї, метою створення яких є тимчасове позбавлення боєздатності живої сили; функціональне ураження озброєння і військової техніки протиборчої сторони; виключення необгрунтованої загибелі мирного населення, зниження втрат сил і засобів своїх військ, підвищення ефективності дій військ; скорочення часу на виконання бойових завдань; заборона руйнування культурних цінностей, збереження соціально-економічної та промислової інфраструктури в районі бойових дій; запобігання екологічних катастроф; збереження навколишнього середовища та забезпечення морально-психологічної переваги над противником.

Зброя спрямованої енергії (далі – ЗСЕ) відноситься до зброї нелетальної дії (далі – ЗНД) під якою ми пропонуємо розуміти засоби нелетального ураження противника у збройній боротьбі, застосування яких забезпечує тимчасову втрату боєздатності живої сили, озброєння, військової техніки та збереження навколишнього середовища.

При всьому різноманітті бойових властивостей видів ЗНД, вплив на об'єкти обумовлено переважно трьома основними формами енергії, яка є спільною кількісною мірою різних форм руху матерії – фізичної, хімічної і біологічної [1].

Принцип використання енергії фізичних полів променевої (хвильової) природи, руйнівна дія якої здійснюється випромінюваною енергією, сконцентрованою у вузькому пучку, дає підставу об'єднати їх при класифікації в один вид зброї спрямованої енергії.

До зброї спрямованої енергії відноситься лазерна і прискорювальна (пучкова) зброя, надвисокочастотна, мікрохвильова і акустична зброя [2 - 5]. Матеріальною основою ЗСЕ можуть бути комплекси спеціального озброєння (КСО) спрямованої енергії, що можуть створюватися на базі існуючих основних зразків бронетанкової техніки. Нелетальне ураження КСО здійснюють опроміненням.

**Основна частина.** В даний час всі роботи в області ЗСЕ йдуть в багатьох країнах світу. Основними розробниками зброї даного класу є перш за все США, Китай та РФ. Гарні результати роботи в цьому напрямку показують також Ізраїль, Німеччина та Індія. Але якщо у Китаї та РФ ці розробки є, в основному, закритими для широкого загалу, то у США навіть безперспективні проекти підлягають масовому «піару». Тож, у даній статті проведений аналіз зразків та розробок ЗСЕ, здебільше, на прикладі США та на основі матеріалів викладених у відкритих джерелах.

Робота в галузі розробок ЗСЕ здійснюється в декількох напрямках. Найбільш масовим, хоча і не дуже успішним, є лазерна зброя. Всього у світі налічується кілька десятків програм і проектів, з яких до реального впровадження у війська дійшли лічені одиниці. Приблизно таким же чином йде справа і з мікрохвильовими випромінювачами, проте у випадку з останніми до практичного використання до теперішнього часу дійшла тільки одна система.

Єдиним на даний момент прикладом практично впровадженої у війська зброї, яка базується на передачі мікрохвильового випромінювання, є американський комплекс ADS (Active Denial System - «Система активного стримування»). Комплекс складається з апаратурного блоку і антени (рис. 1).

ADS, яку іноді називають тепловим променем або променем болю, була створена компанією Raytheon, світовим лідером в розробці і дослідженні мікрохвильового випромінювання. Вона є однією з перших, нелетальних, спрямованих, протипіхотних систем, розгорнутих в американській армії.

ADS посиляє сфокусований пучок надзвичайно високої частоти 95 ГГц в сторону окремої людини або групи людей, викликаючи сильний біль. Ця енергія викликає підйом температури поверхні людської шкіри, що через кілька секунд стає настільки некомфортним, що люди змушені покинути контрольовану зону.

При цьому залишаються сумніви щодо наслідків для здоров'я в довгостроковій перспективі або того, що станеться, якщо людина піддавалася тривалому впливу. Також критику викликають «пробивні» здібності променя. Неодноразово висловлювалися припущення про можливість екранування випромінювання навіть за допомогою щільної тканини. Однак офіційних даних про можливість запобігання ураження, з цілком зрозумілих причин, поки опубліковано не було і, швидше за все, не буде взагалі.



Рис. 1. Комплекс ADS (Active Denial System) американських ЗС

Найбільш відомим представником іншого класу ЗСЕ, а саме – лазерної зброї, є колишній проект ABL (AirBorne Laser - «Лазер повітряного базування») і літак-прототип Boeing YAL-1 на базі лайнера Боїнг-747 (рис. 2). Літак несе два твердотільних лазера для підсвітки цілі і наведення, а також один хімічний лазер. Твердотільні лазери у цій системі використовуються для вимірювання дальності до цілі і визначення можливих спотворень променя при проходженні через атмосферу. Після підтвердження захоплення цілі вмикається хімічний лазер HEL мегаватного класу, який і знищує ціль. Проект ABL з самого початку призначався для роботи в системі ПРО.

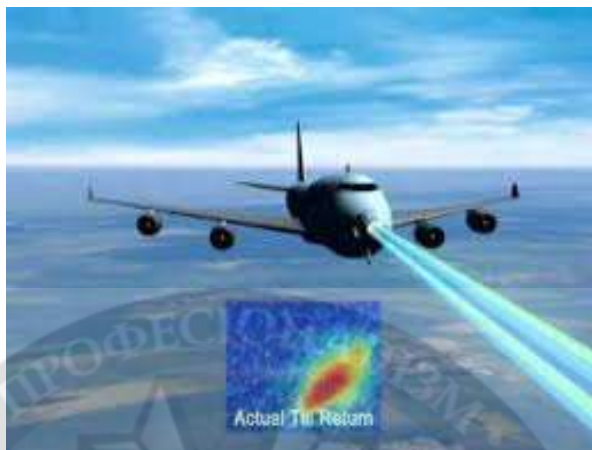


Рис. 2. Проект ABL (AirBorne Laser) і літак-прототип Boeing YAL-1

За наявними даними, запасу реагентів на борту літака вистачало для проведення 18-20 лазерних «залпів» тривалістю до десяти секунд кожен. Дальність дії системи секретна, але її можна оцінити в 150-200 кілометрів.

Але незабаром виявилися два непереборних технологічних бар'єри. По-перше, на кожен ват електроенергії виробляється 4 вата теплової енергії, яку всю неможливо відвести. Вона йде на нагрів самого обладнання і літака-носія. При потужності в 6 МВт перегрів літака набуває катастрофічних розмірів. Тим більше що на борту знаходяться ще і ємності з рідким киснем. Другий бар'єр - плавлення лінз з розфокусуванням променя лазера. Температура випромінювання така, що ніяке кварцове скло не витримує.

В кінці 2011 року проект ABL був закритий через відсутність очікуваних результатів і проект в тому вигляді був визнаний безперспективним. Розробка і випробування вже тоді коштували більше 5 млрд. дол. Кожен такий літак в майбутньому обходився б казні в 1,5 млрд. одноразово і близько ста мільйонів в рік на його утримання. Оскільки Boeing YAL-1 сам є легкою мішенню, бойовий сценарій передбачає його прикриття ланкою винищувачів і супровід літаком радіоелектронної боротьби. За оцінками Пентагону, така ланка зможе виконувати тактичні завдання тільки при збільшенні дальності ефективного ураження лазером в кілька разів. Це означає необхідність підвищення потужності лазера вже в десятки разів або відповідне зниження розбіжності пучка. Обидва завдання на сучасному рівні технологій є нездійсненними.

Існуючі стратегічні (Aegis) і тактичні (Iron Dome) системи ПРО використовують кінетичний принцип ураження цілей. На сьогодні вони справляються з перехопленням ракет успішніше, ніж експериментальні лазери.

Після кількох припинень і перебоїв з фінансуванням, програма YAL була остаточно закрита в грудні 2011 року. Подібна доля була і в іншій, менш претензійною програмі – ATL (Advanced Tactical Laser - «Перспективний тактичний лазер»), яка є своєрідним відгалуженням від програми ABL (рис. 3).

ATL розроблялася з 1996 року. Під час обкатки системи в 46-й ескадрильї випробувального центру семитонний прототип розміщувався на транспортних літаках серії C-130H Hercules. До 2008 року вдалося знизити його масу до 5,5 тонн - тоді ж повідомлялося про успішне ураження наземної цілі на базі ВПС Киртленд (Нью-Мексико). Влітку 2009 року було проведено випробування з імітацією бойового завдання. Лазер на літаку Lockheed NC-130H успішно вразив малогабаритну наземну ціль.

В майбутньому лазерна система ATL повинна була встановлюватися на важкоозброєні літаки підтримки сухопутних військ Lockheed AC-130. Однак проект в існуючому вигляді був також визнаний безперспективним з вищезазначених причин.



Рис. 3. ATL (Advanced Tactical Laser)

На найближчі 20-50 років потужні бойові лазери, здатні збивати ракети, будуть виключно темою творів фантастів і піарників корпорацій на кшталт «Боїнга». А лазерні амбіції світу з мегаватного рівня охололи до кіловатного.

Зараз основні ставки робляться на проект HELADS (High Energy Liquid Laser Area Defense System) і конкретні варіанти його застосування (рис. 4).

Ступінь готовності американської системи HELADS на сьогодні достатня для впевненого ураження ракет класу «земля-повітря» і реактивних снарядів різного типу. Теоретично HELADS здатна знищувати велику частину повітряних і деяких наземних цілей. Але міжконтинентальні балістичні ракети їй не по зубах. В основі системи лежить лазер з рідким активним середовищем. Циркуляція рідини дозволяє відводити більше тепла. В результаті можна збільшити потужність променя. На сьогоднішній день лазер HELADS досягає потужності 150 кВт. Ще у 2014 році Пентагон мав намір оснастити нею перші винищувачі і бомбардувальники ВПС США, однак і на сьогоднішній день HELADS є проектом, який готуються до проходження випробувань. Кардинальні доопрацювання проект отримав за останні кілька років. Перш за все, була істотно знижена маса лазерного обладнання (до 2000 кг), що дозволяє встановлювати його практично на всі типи літаків.



Рис. 4. HELADS (High Energy Liquid Laser Area Defense System)



Компанія Northrop Grumman, якій належать більшість наведених вище розробок, також є лідером і в області лазерних систем для флоту. Так, наприклад, архітектура LaWS (Laser Weapon System) - перспективна бойова лазерна система для ВМС США (рис. 5). Перший варіант установки отримав назву MLD (Maritime Laser Demonstrator). В даний час завершуються активні роботи по проекту MLD (Maritime Laser Demonstration - «Демонстрація морського лазера»). Як і деякі інші бойові лазери, комплекс MLD повинен забезпечувати протиповітряну оборону кораблів військово-морських сил. Крім того, до задач цієї системи може бути введена задача захисту бойових кораблів від катерів та інших малих плавзасобів противника. Основою комплексу MLD є твердотільний лазер JHPSSL і система його наведення.



Рис. 5. Боевой лазер ВМС США (LaWS)

На даний момент, вся система LaWS, представлена серією з трьох дослідних концептуальних проектів, які значною мірою різняться між собою. У лінійку даного виду зброї входять наступні дослідні зразки:

1. MLD - два варіанти (від Northrop і Raytheon) випробувані в березні-червні 2009 року.
2. LaWS на базі ЗАК Mk 15 Phalanx CIWS - випробуваний в травні 2010 року.
3. LaWS Prototype - випробуваний влітку і восени 2012 року на есмінці USS Dewey (DDG-105).

Щодо наземних проектів, то армія США протягом майже місяця проводила випробування нового наземного бойового лазера HEL MD (High Energy Laser Mobile Demonstrator, мобільний демонстратор високоенергетичного лазера) (рис. 6). Випробування проводилися з 18 листопада по 10 грудня 2013 року на ракетному полігоні «Уайт-Сендз». За цей час система вразила понад 90 мінометних пострілів і кілька безпілотних літальних апаратів.



Рис. 6. Наземний бойовий лазер HEL MD (High Energy Laser Mobile)

До складу випробувальної системи входила радіолокаційна станція EMMR, яка виявляла повітряні цілі і передавала їх параметри бойовій системі управління вогнем, що контролює лазер. Потужність випробуваного лазера склала десять кіловат. У перспективі на мобільне шасі системи планується встановити лазер потужністю 50 кіловат, який потім буде модернізований до ста кіловат. Одночасно будуть покращені системи енергозабезпечення.

HEL MD розробляється спеціально для захисту важливих військових об'єктів від мінометних пострілів, крилатих ракет, артилерійських снарядів і безпілотників.

Поки інші лазерні комплекси проходять випробування, відразу два американських проекти вже дали практичні результати. З березня 2003 року в Афганістані і Іраку застосовувалася бойова машина ZEUS-HLONS (HMMWV Laser Ordnance Neutralisation System - «Система лазерної нейтралізації боєприпасів на базі автомобіля HMMWV») (Рис.7), створена компанією Sparta Inc. На стандартному американському армійському джипі встановлюється комплекс обладнання з твердотілим лазером потужністю близько 10 кіловат. Такої потужності випромінювання достатньо для того, щоб направити промінь на вибуховий пристрій або на снаряд, що не розірвався, і тим самим здійснити його детонацію. Ефективна дальність дії комплексу ZEUS-HLONS наближається до 300 метрів. Живучість робочого тіла лазера дозволяє здійснювати до двох тисяч «залпів» за добу. Результативність операцій за участю цього лазерного комплексу наближається до 100 відсотків.



Рис. 7. Система лазерної нейтралізації боєприпасів на базі автомобіля HMMWV

Другим застосовуваним на практиці лазерним комплексом є система GLEF (Green Light Escalation of Force - «Ескалація сили за допомогою зеленого променя») (Рис.8). Твердотільний випромінювач кріпиться на стандартній дистанційно керованій турелі CROWS і може бути встановлений практично на будь-який вид техніки військ НАТО. GLEF має набагато меншу потужність порівняно з іншими бойовими лазерами і призначений для короткочасного осліплення противника або протидії прицілюванню. Головною особливістю цього комплексу є створення досить широкого по азимуту засвічення, яке гарантовано «накриває» потенційного противника. Примітно, що з використанням напрацювань по темі GLEF був створений портативний комплекс GLARE, розміри якого дозволяють переносити і застосовувати його всього однією людиною. Призначення GLARE точно таке ж саме - короткочасне осліплення противника.



Рис. 8. Система GLEF (Green Light Escalation of Force)

Наземні системи ППО на основі лазерів розроблені і випробувані і в інших країнах. Так, наприклад, цікава концепція німецької фірми Rheinmetall Waffe Munition, яка поряд зі створенням окремих твердотільних лазерів (до 50 кВт) на рухомих стаціонарних та рухомих засобах, розробила і системи, які одночасно фокусують випромінювання декількох окремо розташованих лазерів на одній цілі. Подібна інтегрована система дозволяє не тільки уникати проблем, що виникають при розробці єдиного потужного лазера, а й використовувати її для протидії як найменшим так і значним цілям (наприклад, крилатим ракетам).

В Ізраїлі фірмою Rafael розроблена система «Iron Beam» (Залізний промінь) (Рис.6), призначена для ураження повітряних об'єктів на відстані до 2 км. Це високоенергетична лазерна система (HEL), призначена для ураження ракет, мінометних снарядів і безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на коротких дистанціях.

Система наземного базування використовує два мульти-кіловатних твердотільних лазера (SSL). Мобільна установка складається з РЛС огляду повітряного простору, блоків управління і контролю, а також з двох лазерних установок.



Рис. 9. Система «Iron Beam» ЗС Ізраїлю

У Російській Федерації вперше зразки радіоелектронного зброї на нових фізичних принципах були продемонстровані у вересні 2016 року у закритому показі для Міноборони Росії на полях військово-технічного форуму "Армія 2016". Російська радіоелектронна зброя на нових фізичних принципах здатна вражати техніку противника, в тому числі високоточну зброю, без застосування снарядів, так заявив офіційний представник підприємства-розробника даних комплексів - "Об'єднаної приладобудівної корпорації". Однак все це поки що заявляється на вербальному рівні, нових зразків широкому загалу збройними силами РФ представлено не було.

Варто зауважити, що розробка ЗСЕ у РФ почалася ще у радянські часи. Так, однією з організацій, що займалася розробкою бойових лазерних комплексів, було НВО «Астрофізика», де вже в 1982 році був розроблений лазерний комплекс СЛК 1К11 «Стилет» (рис. 10). Завданням лазерного комплексу було забезпечення протидії оптико-електронним



системам спостереження і управління зброєю в жорстких кліматичних і експлуатаційних умовах, що висуваються до бронетехніки.

На «Уралтрансмаш» було виготовлено дві кілька відмінних між собою машини. Відмінності були пов'язані з тим, що в порядку напрацювання досвіду і експериментів лазерні системи різнилися. Бойові характеристики комплексу були на ті часи дуже вражаючими, вони і в даний час відповідають вимогам ведення оборонно-тактичних операцій. Комплекс «Стилет» був прийнятий на озброєння, але з певних причин серійно не випускався. Дві експериментальні машини так і залишилися в єдиних екземплярах. Формально цей комплекс знаходиться на озброєнні ЗС РФ і донині. Однак про долю цих машин довгий час нічого не було відомо. По завершенню випробувань вони виявилися фактично нікому не потрібними. Розвал СРСР розкидав їх по пострадянському простору і довів до стану металобрухту.



Рис. 10. Лазерний комплекс СЛК 1К11 «Стилет» ЗС СРСР

**Висновки.** Звичайно, корпорації, що займаються розробкою та конструюванням зразків ЗСЕ всіляко перебільшують свої успіхи, щоб домогтися більшого фінансування. Всіляко піарять досягнення, знімають рекламні ролики, видаючи їх за документальні. На фотографіях домальовує яскраві промені. Однак всі військові лазери працюють в діапазоні невидимих хвиль.

Незважаючи на згортання проектів лазерної зброї великої потужності (як планувалося в рамках СОІ) останнім часом тривають науково-технічні програми з розробки лазерних систем для тактичної оборони. Такі програми проводяться не тільки в США (де лідерами є компанії Boeing і Northrop Grumman), а й в Індії, Китаї та РФ. Поряд з розробкою потужних лазерів для військових цілей, в даний час проводиться розробка потужних лазерів для термоядерного синтезу і дослідження процесів при високих потужностях випромінювання (США, Японія, Німеччина, Великобританія, Росія та ін.).

У перспективі лазерна зброя може знайти застосування і в контртерористичній діяльності. Наприклад, з розширенням доступності квадрокоптера цілком можна очікувати спроб здійснення терактів з їх допомогою (доставка вибухового пристрою в натовп або робочий кабінет посадовця, розпорошення отруйних речовин і т.п.). Застосування лазерних систем дозволяє знищити такі об'єкти безшумно, що не створить паніки.

Але, в цілому, майбутнє лазерної зброї, як і майбутнє будь-якого озброєння, в подальшому залежить від розвитку теорії та практики бойових дій.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Салливен Джон П. Оружия мира. Террористическое и нетрадиционное оружие. Справочник. – М.: Моркнига, 2009. – 57 с.
2. Лященко В.П. Торговля оружием: Оружия направленной энергии, разработка, создание, производство, применение. – М.: Экономика, 2013. – 350 с.
3. Лященко В.П. Торговля оружием: Оружия нелетального действия, создание, производство, применение, операции. – М.: Экономика, 2011. – 302 с.



4. Лесков А. Разработка за рубежом боевых лазерных систем для борьбы с низколетящими целями. – Зарубежное военное обозрение, 2014. – №4. – с. 51–52
5. Какү Мітію. Фізика невозмoжного. – М.: Альпіна пабліше, 2015. – 456 с.
6. Электронный ресурс: <http://oko-planet.su/politik/politikarm/269293-oruzhie-napravlennoy-energii-segodnya-problemy-moschnosti-tepla-razmerov-i-tendencii-primeneniya.html>

#### REFERENCES:

1. Sallyven Dzhon P. (2009). Oruzhye myra. Terrorystycheskoe y netradycyonnoe oruzhye. Spravochnyk. – М.: Morknyga – 2009. – 57 p. (In Russian).
2. Ljashhenko V.P. (2013). Torgovlja oruzhyem: Oruzhye napravlennoj energyy, razrabotka, sozdanye, proyzvodstvo, pryomenenye. – М.: Экономыка – 2013. – 350 p. (In Russian).
3. Ljashhenko V.P. (2011). Torgovlja oruzhyem: Oruzhye neletal'nogo dejstvyja, sozdanye, proyzvodstvo, pryomenenye, operacyu. – М.: Экономыка – 2011. – 302 p. (In Russian).
4. Leskov A. (2014). Razrabotka za rubezhom boevyh lazernyh system dlja bor'by s nyzkoletjashymy celjamy. – Zarubezhnoe voennoe obozrenye. – 2014. – №4. – p. 51–52. (In Russian).
5. Kaku Mitio. (2015). Fyzyka nevozmozhnogo. – М.: Al'pina pablisher –2015. – 456 p. (In Russian).
6. Elektronnyj resurs: <http://oko-planet.su/politik/politikarm/269293-oruzhie-napravlennoy-energii-segodnya-problemy-moschnosti-tepla-razmerov-i-tendencii-primeneniya.html>

**Рецензент:** д.т.н., проф. Ленков С.В., начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

к.т.н. Гришин С.П., к.т.н., с.н.с. Мирошніченко О.В., Бадрук О.О.  
**АНАЛИЗ МИРОВЫХ ПРОГРАММ И ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ  
ОРУЖИЯ НАПРАВЛЕННОЙ ЭНЕРГИИ**

*В настоящее время все работы в области оружия направленной энергии идут во многих странах мира. Основными разработчиками оружия данного класса является прежде всего США, Китай и РФ. Хорошие результаты работы в этом направлении показывают также Израиль, Германия и Индия. Но если в Китае и РФ эти разработки являются, в основном, закрытыми для широкой общественности, то в США даже бесперспективные проекты подлежат массовому «пиару». В данной статье проведен анализ образцов и разработок оружия направленной энергии, по большей части, на примере США и на основе материалов, изложенных в открытых источниках.*

*Приведены последние достижения научно-технических программ по разработке лазерных систем для тактической обороны, перспективы развития лазерного оружия. Раскрыты проблемы, связанные с мощностью, тепловой емкостью и размерами вооружений данного класса.*

*Ключевые слова: оружие нелетального действия, оружие направленной энергии, анализ, поражающие факторы, типичные ситуации применения.*

Ph.D. Grishin S.P., Ph.D. Miroshnichenko O.V., Badruk O.O.  
**ANALYSIS OF GLOBAL PROGRAMMS AND PROJECTS OF  
CREATION DIRECTED ENERGY WEAPONS**

*At present, all work in the DEW are in many countries. The main developers of this class of weapons is primarily the US, China, and Russia. Good results in this direction also show Israel, Germany and India. But if China and Russia, these developments are mostly closed to the public, in the United States even viable projects to be massive "PR". This article analyzed the samples and development DEW mainly on the example of the US and based on material contained in open sources.*

*Shows the latest scientific and technical programs to develop laser systems for tactical defense, prospects of development of laser weapons. The problems associated with power, thermal capacity and size of the weapons grade.*

*Keywords: weapons non-lethal action, directed energy weapons, analysis, factors affecting the typical situation of use.*