

УДК 396.373(06)

А.М. Катунін, Р.Г. Сидоренко, Є.О. Авчінніков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ОСНОВНІ НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИХ БОЙОВИХ СИСТЕМ

*Розглянуто стан розвитку лазерних бойових систем наземного, морського, повітряного та космічного базування з наведенням тактико-технічних характеристик конкретних зразків лазерного озброєння. На основі аналізу стану існуючих розробок лазерних бойових систем тактичного, оперативно-стратегічного та глобально-стратегічного рівнів виявлено тенденції застосування лазерних бойових систем як ефективного засобу перехоплення засобів повітряного нападу потенційного противника. Показано високі потенційні можливості застосування лазерних бойових систем, але зроблено висновок щодо труднощів їх використання внаслідок значних енергетичних витрат, високої вартості, а також наявності демаскуючих чинників.*

**Ключові слова:** лазер, лазерні бойові системи, когерентне випромінювання, довжина хвилі, потужність лазерного випромінювання.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В останні роки в провідних державах світу інтенсивно проводяться роботи по створенню електромагнітної зброї. Особлива увага приділяється створенню електромагнітної зброї оптичного діапазону довжин хвиль, а саме бойових лазерних систем. В залежності від потужності випромінювання така зброя може бути застосована у широкому колі: від космічних систем до нелетальної зброї [1 – 8]. Тому завдання розгляду стану та перспектив застосування лазерних бойових систем є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показав, що активно програми створення бойових лазерних систем здійснюються в США, Ізраїлі, Росії, КНР та інших провідних державах світу. Основні напрямки створення бойових лазерних систем, які відображені у відкритих джерелах, стосуються програм США. Ці програми проводяться в рамках зага-

льної програми створення ешелонованої протиракетної оборони, в якій лазерна зброя розглядається як основний засіб перехоплення [1 – 12]. Достатнім технологічним потенціалом для створення бойових лазерних систем володіє і Росія. Проте зважаючи на великий витратний ресурс реалізації таких проєктів, російські програми по створенню лазерної зброї законсервовані і терміни їх реанімації можуть розтягнутися на невизначений проміжок часу [3, 4].

Пріоритетність програм розробки і створення бойових лазерних систем свідчить про їх перспективність, що обумовлене в першу чергу істотними перевагами лазерної зброї в порівнянні з традиційними засобами, що вживаються в аналогічних цілях.

До таких переваг в першу чергу відносяться [1]:

– вражаючий чинник миттєво доставляється до об'єкту впливу (мінімальний час реакції);

– частотний діапазон лазерних комплексів з довжинами хвиль від одиниць до десятків мікрон відкриває абсолютно інші можливості по формуванню

світлових пучків енергії близьких по ширині (одниці секунд) до дифракційної межі, що дозволяє забезпечити дуже високу точність ураження цілей.

**Метою статті** є розгляд питання стану і перспектив застосування лазерних бойових систем (засобів когерентного випромінювання).

### Основна частина

*Призначення лазерних бойових систем* – ураження (подавлення) об'єктів (цілей) за рахунок енергії вузьких пучків когерентного випромінювання в оптичному діапазоні (довжина хвиль 0,5...1000 мкм), який включає ультрафіолетовий, видимий та інфрачервоний піддіапазони.

*Об'єкти (цілі) ураження лазерними бойовими системами:*

руйнування конструкцій ракет (снарядів) різного призначення;

значне погіршення фізичних властивостей матеріалів, з яких виготовлені ОВТ;

порушення штатного функціонування оптико-електронних, телевізійних, інфрачервоних приладів, головок самонаведення ракет.

*Наслідки ураження лазерними бойовими системами* в залежності від потужності лазерного випромінювання:

тепловий вплив – пропалювання (механічне руйнування) конструкцій об'єктів (цілей), обумовлене термічною і механічною дією для засобів великої потужності;

тимчасове або необоротне "осліплення" (пошкодження, придушення) чутливих елементів датчиків оптико-електронних систем (ОЕС): інфрачервоних головок самонаведення, тепловізійних, телевізійних систем для засобів середньої потужності.

В табл. 1 наведені значення енергетичної експо-

зиції лазерного випромінювання, необхідної для руйнування різних матеріалів.

Таблиця 1

Значення енергетичної експозиції лазерного випромінювання, необхідної для руйнування різних матеріалів

Вид руйнування	Енергетична експозиція
Руйнування металів	14...62 кДж/см <sup>2</sup>
Випаровування металів	13...23кДж/см <sup>2</sup>
Випаровування тонких плівок металів	7...9 Дж/см <sup>2</sup> , t = 10 <sup>-6</sup> с
Випаровування тонких плівок напівпровідників	0,2...2 Дж/см <sup>2</sup> , t = 10 <sup>-6</sup> ...10 <sup>-9</sup> с
Пошкодження діелектриків	3...14 кДж/см <sup>2</sup> , t = 10 <sup>-3</sup> с

*Режими роботи лазерів:*

неперервний режим: *переваги режиму* – високі монохроматичність, когерентність, направленість та низький рівень шумів випромінювання (максимальне значення потужності – 10<sup>5</sup>...10<sup>6</sup> Вт);

імпульсний режим: *переваги режиму* – високі значення потужностей генерації (максимальне значення потужності – 10<sup>12</sup>...10<sup>13</sup> Вт).

Типові значення характеристик лазерів наведено в табл. 2.

*Умови бойового застосування лазерних бойових систем.*

Створення засобів когерентного випромінювання забезпечує бойове використання на трьох рівнях.

Перший рівень – тактичний: рішення завдань ППО у ближній і середній зонах оборони.

Другий рівень – оперативно-стратегічний: перехоплення балістичних ракет (БР) і боеголовок, а також крилатих ракет, на старті й траєкторії на відстанях 300...500 км.

Таблиця 2

Типові значення характеристик лазерів

Види лазерів	Діапазон хвиль, мкм	Ширина лінії генерації, Гц	Потужність, Вт	Використання в засобах оптико-електронного подавлення (ураження)
Твердотільні	0,6943...1,064	10 <sup>11</sup> ...10 <sup>12</sup>	10 <sup>3</sup> ...10 <sup>8</sup>	Так
Газові	0,325...10,6	10 <sup>9</sup>	400×10 <sup>3</sup>	Так
Напівпровідникові	0,33...31,2	10 <sup>13</sup> ...10 <sup>14</sup>	200×10 <sup>3</sup>	Так
Хімічні	2,6...10,6	10 <sup>13</sup> ...10 <sup>14</sup>	2..5×10 <sup>6</sup>	Так

Третій рівень – глобально-стратегічний: перехоплення БР на всіх етапах польоту ракет від старту до цілі.

В залежності від виду і масштабів бойових завдань можливі варіанти побудови і базування засобів когерентного випромінювання.

Засоби наземного (морського) базування використовуються переважно для захисту важливих наземних (морських) об'єктів від ударів ракет та вражаючих елементів високоточної зброї.

Засоби літакового базування застосовуються

для знищення балістичних ракет, літаків та інших цілей на відстані до 200 км від лінії зіткнення з потенційним противником.

Засоби космічного базування призначаються для знищення балістичних ракет на висотах 9-11 км та на відстані 4000-5000 км під час відбиття масованого ракетно-авіаційного удару.

**Тактичний рівень.**

**Засоби наземного базування.** Наземні системи THEL та MTHEL (США - Ізраїль) з лазером на основі лазера фториду дейтерію. Призначення – рішення

завдань ПВО й ПРО військ у ближній і середній зонах оборони. Дальність знищення лазером цілей (руйнування) на дійсний момент становить 5 км з ймовірністю 0,98 [1,4]. Кількість циклів "стрільби" без перезаряджання становить не менше 60. Перспективи – застосування TNEL на повітряних платформах і наземних шасі.

Система "Guardian" (США) – є інтегрованою протиракетною лазерною системою загальновійськового застосування на основі лазера потужністю 400 кВт. Вона розроблена з метою експертної оцінки лазерних систем ППО. Дальність знищення повітряні цілі – 15 км. Система може бути розташована на гусеничних бойових машинах Т7, Т9. Кількість циклів "стрільби" без перезаряджання – 60 при тривалості часу "захват-відбиття" 1 с кожний і знищення не менше 50 цілей [4].

Високоенергетична лазерна система локальної оборони HELLADS (США) здатна здійснювати руйнування конструкцій ракет та порушення штатного функціонування оптико-електронних, телевізійних, інфрачервоних приладів [1,4]. Бойовий генератор потужністю 100 – 150 кВт має масу в спорядженому стані 800 кг, що дозволяє його розміщення на бойовій машині піхоти або на танку.

Система ZM-87 (Китай, Північна Корея) призначена для виведення із ладу оптичних засобів та оптичних головок самонаведення ("осліплення") на відстанях 5...10 км, ймовірно, що вона використовується як засіб знищення засобів повітряного нападу [12].

Комплекс "Стилет" (Росія) здійснює придушення оптико-електронних засобів ("осліплення") та зрив процесу автосупроводження цілі системою наведення на відстані 5 км. Має у своєму складі 10 випромінюючих модулів [10, 11].

Система тактичного призначення та система ближньої дії розробників "DIENL" LFK (Німеччина) на основі лазера CO<sub>2</sub> на самохідному шасі для боротьби з тактичними балістичними ракетами [4]. Дальність дії – 8 км (руйнування цілі).

Система LATEX (Франція) на основі CO<sub>2</sub>-лазера з потужністю вихідного випромінювання у неперервному режимі 40...300 кВт.

**Засоби морського базування.** Морська лазерна система "Sea Lite" (США) на основі хімічного лазера MIRACL неперервної дії призначена для захисту військових кораблів від високошвидкісних, високоманеврених протикорабельних ракет (руйнування). За габаритними розмірами система може бути розташована на місці 5-дюймової корабельної гармати.

Система "Об'єкт-1" (США) на основі лазера CO<sub>2</sub> з довжиною хвилі випромінювання 10,6 мкм призначена для виведення з ладу оптико-електронних систем наведення протикорабельних

ракет ("осліплення") [1]. Дальність ураження до 8 км, маса 10 – 15 т.

Військово-морська системи MATES (США) призначена для тактичного захисту від протикорабельних ракет шляхом "осліплення" крейсерських ракет з інфрачервоним наведенням.

**Засоби повітряного базування.** Система на основі твердотільного лазера ATL з не охолоджуваною оптичною системою (ATL – Advanced Tactical Laser (перспективний тактичний лазер)), розміщена на літаку C-130H та призначена для нанесення ударів високої точності по широкому спектру цілей (наземних і повітряних), зокрема мобільних пускових установок і крилатих ракет на відстанях до 10 миль (руйнування). Характеризується можливістю зміни потужності випромінювання (використання для руйнування та "осліплення" цілей). Перспективи – встановлення на літак з поворотною гвинтомоторною групою CV-22 OSPREY, транспортний літак AC-130 і вертоліт MH-47 SOF [2,12].

#### **Оперативно-стратегічний рівень.**

**Засоби повітряного базування.** Система повітряного базування ABL (YAL-1A, США) – протиракетний комплекс з силовим лазером (мегаватного класу) на основі хімічного йодно-кисневого лазера інфрачервоного діапазону розташована на базі літака Boeing 747-400F [1 – 3, 12]. Лазер складається з 6 модулів та має масу 1360 кг. Призначення комплексу повітряного базування ABL – автономне виявлення, розпізнавання і знищення балістичних ракет на активній ділянці польоту, крилаті ракети на відстані до 400 км. Кількість циклів "стрільби" без перезаряджання становить 30.

Програмою робіт зі створення такої зброї передбачено поетапне формування (до 2009 року) ескадрильї із семи машин.

Система "17Ф19 Скиф" (Росія) на борту літака Іл-76, спеціально доробленого для розміщення лазерної системи, що функціонувала на довжині хвилі 1,06 мкм, була призначена для знищення ракет на відстанях до 100 км [2].

#### **Глобально-стратегічний рівень.**

**Засоби космічного базування.** Система космічного базування SBL (США) призначена для виявлення пусків МБР та знищення ракет потенційного противника на активній та на початку пасивної ділянок траєкторії польоту. Має в своєму складі високоенергетичний хімічний киснево-йодного лазер.

Мінімальний склад угруповання, необхідний для прикриття території США від ударів балістичних ракет, становить 17 систем SBL. Відповідно до одного з варіантів розгортання системи національної ПРО США, призначеної для відбиття удару 200 бойових блоків міжконтинентальних балістичних ракет, пропонується розгортання на орбіті угруповання з 20 лазерних систем SBL [1 – 3].

Комплекс "Альфа" (США) призначено для знищення ракет (руйнування) характеризується потужністю 2 – 3 МВт кожного з 6 лазерних модулів загальної потужністю випромінювання 15 – 20 МВт. Маса комплексу 80 – 100 т, бойові можливості – 20 – 30 пострілів без дозаправлення.

### Висновки

На основі вищезазначеного можливо сформулювати наступні висновки щодо перспектив розробки лазерних бойових систем.

1. Перехід до нових методів накачування оптичного генератора, що підвищить їх КПД до 30 – 35%.
  2. Освоєнням діапазону надкоротких імпульсів.
  3. Розширення номенклатури об'єктів (цілей) для ураження.
  4. Зменшення масо-габаритних характеристик лазерів.
  5. Розробка нових лазерів, які мають високу потужність випромінювання (мегавати) та можливість перестроювання частот для використання "вікна прозорості атмосфери".
  6. Зменшення променеве навантаження на оптику систем.
- Окремі зразки тактичних лазерних бойових систем наземного та авіаційного базування можуть з'явитися найближчим часом на озброєнні армій США, Ізраїлю та Росії як окремі системи так і інтегровані з існуючими зенітно-ракетними системами великої дальності [5 – 8]. Однак, не дивлячись на високі потенційні можливості застосування лазерних бойових систем, їх використання на цей час обмежено внаслідок значних енергетичних витрат, високої вартості, а також наявності демаскуючих чинників.

### Список літератури

1. Ковтуненко О.П. Зброя на нетрадиційних принципах дії (стан, тенденції, принцип дії та захист від неї) /

О.П. Ковтуненко, В.В. Богучарський, В.І. Слюсар, П.М. Федоров. – Полтава: ПВІЗ, 2006. – 248 с.

2. Кутовой С. Небесная жизнь квантовых генераторов / С. Кутовой. – 2007. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.LaserInfo.ru>.

3. Крылатый лазер готовится плавить ядерные ракеты на взлёте. – 2006. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.membrana.ru/articles/technic/2006/03/23/184900.html>

4. Гаврилов В. Лазерные войны / В.Гаврилов. – 2007. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.LaserInfo.ru>.

5. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / В.Д. Добыкин, А.И. Курьянов, В.Г. Пономарев, Л.Н. Шустов; под. ред. А.И. Курьянова. – М.: Вузовская книга, 2007. – 487 с.

6. Walling Eileen M. High Power Microwaves Strategic and Operational Implications for Warfare / Eileen M. Walling. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.au.af.mil/au/awc/awccsat.htm>.

7. Вуллман Г. Оружие направленного действия: факт или вымысел? Обзор технологий и достижений / Г. Вуллман. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://polygonbvt.narod.ru/Laser/Lazer.htm>.

8. Scott M. Progress in Directed Energy Weapons. Part I: High Energy Lasers / Mark Scott // WSTIAC – Weapon Systems Technology Information Analysis Center. – 2003. – Vol. 4, Number 1. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журналу: <http://wstiac.alionscience.com/pdf/>.

9. Лазерная ПРО: проблемы и перспективы генераторов. – 2006. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cnews.ru/>.

10. Ноздрачев А. Состояние и перспективы развития лазерной техники и технологии / А. Ноздрачев // Военный парад. – 2001. – № 6 (48). – С. 20-21.

11. Игнатъев А. «Алмаз» приоткрывает лазерные наработки / А. Игнатъев // Военный парад. – 2001. – № 6 (48). – С. 32.

12. Hillaby B. Directed Energy Weapons Development and Potential / Bill Hillaby. – 1997. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.aeronautics.ru>.

Надійшла до редколегії 8.04.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Сотніков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ БОЕВЫХ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ

А.Н. Катунин, Р.Г. Сидоренко, Е.А. Авчинников

Рассмотрено состояние развития лазерных боевых систем наземного, морского, воздушного и космического базирования с приведением тактико-технических характеристик конкретных образцов лазерного вооружения. На основе анализа состояния существующих разработок лазерных боевых систем тактического, оперативно-стратегического и глобально-стратегического уровней выявлены тенденции применения лазерных боевых систем как эффективного средства перехвата средств воздушного нападения потенциального противника. Показаны высокие потенциальные возможности применения лазерных боевых систем, однако, сделан вывод относительно трудностей их использования вследствие значительных энергетических расходов, высокой стоимости, а также наличия демаскирующих факторов.

**Ключевые слова:** лазер, лазерные боевые системы, когерентное излучение, длина волны, мощность лазерного излучения.

### THE BASIC DIRECTIONS OF FIGHTING LASER SYSTEMS CREATION

A.N. Katunin, R.G. Sidorenko, E.A. Avchinnikov

The basic directions of fighting laser systems creation is considered. Technical characteristics of concrete samples of laser arms of land, sea, air and space basing are resulted. The analysis of modern laser fighting systems of tactical, operatively-strategic and is global-strategic levels is made. Tendencies of application of laser fighting systems as effective means of intercept against air attack. High potential applications possibilities of laser fighting systems are shown. The conclusion concerning difficulties of their use owing to considerable power expenses, high cost, and also presence of unmasking factors however is drawn.

**Keywords:** laser, laser fighting systems, coherent radiation, length of a wave, capacity of laser radiation.