

ПРИЛАДИ

УДК 535.232.6

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/05>

Романюк В.А.

Національна академія Національної гвардії України

Стародубцев С.О.

Національна академія Національної гвардії України

ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ ПРОТИДІЇ СНАЙПЕРАМ

Стаття присвячена визначенню способів протидії снайперам противника. З розвитком технологій у сучасних конфліктах стало дедалі більшу роль відігравати зброя нелетального впливу. Тобто, що не призводить до смерті суперника, але на деякий час позбавляє його можливості вести активні дії. Один із таких засобів – лазерна зброя. Бойові лазерні комплекси різного призначення застосовують у провідних арміях світу. Бойові лазери є в арміях США, Німеччини, Великобританії, Франції, Ізраїлю, Китаю, Індії, Японії, Туреччини.

Досліджено, що одним з можливих застосувань лазерних комплексів – боротьба зі спостерігачами та снайперами. Відповідні системи вже розроблені, але ще не виробляються масово та не застосовуються. Експерти очікують на прорив у цій збройній області приблизно через кілька років. Інша сфера застосування – пригнічення оптичних та оптико-електронних засобів, таких як тепловізори, біноклі, приціли, головки самонаведення.

Зв'язано, що нині дедалі більше уваги приділяється можливості вивести з ладу живу силу противника, не знищуючи її. Тим більше, що вражений значно сильніше знижує боєздатність свого підрозділу, ніж убитий. Детектори оптичних систем працюють в інфрачервоному діапазоні, і ловлять відблеск зондуючого променя від лінзи оптичного прицілу чи іншого оптичного приладу. Вони бувають досить різні: найкомпактніші моделі за габаритами нагадують бінокль чи лазерний далекомір, і сканування ними відбувається у ручному режимі. Більш складні мобільні лазерні радары мають систему розгортки променя, і здатні автоматично сканувати заданий сектор простору – приблизно так само, як і звичайний радар.

Доведено, що найпотужніші та найсучасніші системи лазерної зброї, окрім модулю детектора, оснащені ще й бойовим лазером, який здатен засліпити та вивести з ладу оптико-електронні прилади або самого снайпера після того, як вони будуть знайдені лазерним радаром-детектором.

Розглянуто дію лазерів на організм людини, яка залежить від параметрів випромінювання (потужності) і енергії опромінення на одиницю поверхні, довжини хвилі, тривалості імпульсу, частоти імпульсів, часу опромінення, площини поверхні, що опромінюється), локалізації впливу і анатомо-фізіологічних особливостей об'єкта, що опромінюється.

Визначено енергію потоку лазерного променя, що потрапляє на біологічні тканини і може спричинити серйозні ураження. Лазерне випромінювання впливає на живий організм шляхом теплової механічної та електричної дії. Опромінення лазерними променями може викликати функціональні порушення у діяльності центральної нервової системи, серцево-судинної системи, ендокринних залоз. Опромінення може призвести до згортання або розпаду крові, пошкодження очей, шкіри, спричинити генетичні зміни, головний біль, розлади сну, слабкість тощо.

Ключові слова: лазерна зброя, лазерне випромінювання, оптико-електронні прилади, параметри випромінювання, органи зору.

Постановка проблеми. Останнім часом через позиційний характер боїв лівша частина наших незворотних втрат є жертвами снайперів ворога. Але від їхніх куль вберегтися можна. Для цього насамперед слід навчитися вираховувати, як і де

вони можуть працювати. А потім – запровадити власну систему протидії їх вогню.

Снайпери, як правило, діють у складі групи, в якій може бути кілька стрільців і прикриття – кулеметник чи гранатометник. Вирішивши знищити

виявленого стрільця, ви ризикуєте загинути від кулі його напарника. Вони навіть за наявності приладів безшумної стрільби прагнуть стріляти переважно під прикриттям вогню зі стрілецької зброї своїх спільників. Пояснення просте: на поодинокі влучання кулі поряд не обов'язково звертають увагу, а за масованого обстрілу «спишуть» його на випадковість. Отже, безпідставний спалах неприцільної стрілянини бажано сприймати і як початок роботи по наших позиціях снайперів [1, с. 4].

Бойові лазерні комплекси різного призначення дедалі ширше застосовують у провідних арміях світу. Нові конструкторські рішення та поява потужних та компактних акумуляторів дали можливість створити переносні бойові лазери, що використовуються безпосередньо на полі бою.

Бойові лазери застосовуються проти безпілотників, високоточних ракет, а також проти спостерігачів та снайперів. Мобільні лазерні комплекси поки що масово не виробляються і не застосовуються, потужний прорив у цьому напрямку експертами очікується через 2-5 років. Лазер може засвічувати апаратуру оптичної розвідки та прицільні засоби, порушувати роботу систем управління та зв'язку. Оскільки важливим елементом перемоги над противником стає не вбивство солдата супротивника, а виведення його з ладу, актуальним стає завдання створення лазерної зброї нелетальної дії [2, с. 1-2].

Поразка органів зору розглядається фахівцями як найбільш перспективний напрямок виведення особового складу з ладу при веденні бойових дій. Це пояснюється перш за все тим, що людина є кінцева і головна ланка в системі «машина (апаратура) – людина».

Потенційно висока бойова ефективність при прийнятних вартісних характеристиках є визначальним фактором для переходу до реалізації програм розробки комплексів лазерної зброї різного призначення з метою подальшого прийняття на озброєння [3, с. 30].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні проблеми розробки сучасної зброї на нових фізичних принципах та засобів ближнього бою досліджувались у працях вітчизняних (Г.М. Доля, А.М. Катунін, В.І. Карпенко, С.М. Шостко, І.С. Шостко та ін.) так і зарубіжних дослідників (С. Колотушкін, Н. Фомкін та ін.).

Зарубіжними фахівцями досить добре вивчені особливості вражаючої дії лазерного випромінювання видимого та інфрачервоного діапазонів на людину: "яке осліплює" (тимчасова втрата або спотворення зорового сприйняття) та "опікового"

(зворотнє збудження больових рецепторів шкірного покриву) відповідно. При впливі лазерного випромінювання на органи зору людини забезпечується тимчасова втрата світлочутливості сітківки ока (фотоофтальмія) і, як наслідок, дезорієнтація людини у просторі [5, с. 46].

Основні зусилля при вдосконаленні оптоелектронних приладів направлені на їх функціонування незалежно від часу доби та погоди (дощ, туман, тощо), наявності завад природного та штучного походження, застосування засобів маскування. Забезпечити виконання бойової задачі в таких умовах можливо тільки при об'єднанні в одній схемі каналів, які працюють в різних спектральних діапазонах [5, с. 63; 3, с. 32].

Основна небезпека, яку лазери представляють для людського ока, випливає з того, що око само по собі є високоточним і ефективним фокусуючим оптичним пристроєм для світла в певному діапазоні. Об'єднання лазерів з оптикою оптичних прицілів тільки збільшує потенційну небезпеку ураження очей лазерним випромінюванням [6, с. 1; 4, с. 80].

Метою роботи є оцінка технічних характеристик оптоелектронних засобів ведення контрснайперської боротьби як одного з напрямків удосконалення озброєння для підрозділів Національної гвардії України.

Виклад основного матеріалу. Аналіз розвитку оптоелектронних приладів розвідки та прицілювання вказує на високу актуальність задачі розробки системи протидії таким засобам.

Основними вимогами до систем чи комплексів, які розробляються, відносяться: висока оперативність виявлення цілей; система повинна забезпечувати виконання бойової задачі в будь-який час доби, незалежно від умов спостереження; всі операції в роботі системи не повинні демаскувати її місце дислокації [3, с. 32].

Відповідно до заданих вимог проведемо дослідження щодо вибору параметрів лазерного пристрою.

Дуже важливим є вибір довжини хвилі випромінювання, на якій буде здійснюватись лоціювання снайпера. Лазерне випромінювання подібно сонячному світлу, в тому сенсі, що воно теж падає на око паралельними променями, які дуже ефективно фокусуються на сітківці, внутрішній оболонці ока, чутливої до світла. Потенційна небезпека для очей залежить від довжини хвилі лазерного випромінювання, інтенсивності пучка, відстані від випромінювача до ока і потужності лазера (як середнього значення потужності при безперервній генерації імпульсів, так і пікової потужності при імпульсному випромінюванні) [6, с. 2].

Довжина хвилі має дуже велике значення, тому що тільки випромінювання в діапазоні приблизно від 400 до 1400 нанометрів може потрапити в очі і значно пошкодити сітківку. Світло в ближньому УФ-діапазоні може пошкодити шари, близькі до поверхні ока і привести до розвитку катаракти, особливо у молодих людей, очна тканина яких більш прозора для світла цих довжин хвиль. Світло у ближній ІЧ-області також може пошкодити поверхню ока, хоча і з більш високим порогом пошкодження (променевої стійкості), ніж ультрафіолет.

Реакція людського ока на різні довжини хвиль неоднакова, і це визначає, поряд з іншими факторами, потенційну шкоду очам. Вплив імпульсних лазерів відрізняється від впливу лазерів з безперервним випромінюванням. На практиці лазери, що працюють в імпульсному режимі, мають велику потужність, і одиничний мікросекундний імпульс достатньої потужності може нанести серйозні пошкодження при попаданні в око, тоді як менш потужне безперервне випромінювання може пошкодити око тільки при тривалому опроміненні.

Основна небезпека, яку лазери представляють для людського ока, випливає з того, що око само по собі є високоточним і ефективним фокусує оптичним пристроєм для світла в певному діапазоні. Об'єднання лазерів з оптикою оптичних прицілів тільки збільшує потенційну небезпеку ураження очей лазерним випромінюванням.

Ймовірність ушкодження різних структур очей лазерним випромінюванням залежить від типу цих структур. Чи буде пошкоджена рогівка, кришталик або сітківка, залежить від характеристик поглинання різних очних тканин, а також довжини хвилі і інтенсивності лазерного випромінювання. Довжина хвилі випромінювання, що потрапляє на сітківку, внутрішню поверхню очей, визначається сумарними характеристиками пропускання очей.

На рисунку 1 представлена залежність пропускання лазерного променя очима від довжини хвилі випромінювання у відповідному спектральному діапазоні.

Оптичне посилення розслабленого людського ока при попаданні колімованим пучком променів, яке виражається як відношення площі зіниці до площі (сфокусованого) зображення на сітківці, становить величину близько 100000. Це відповідає збільшенню опромінення (щільності потоку випромінювання) при проходженні світла від рогівки до сітківки в п'ять разів. З урахуванням аберації в системі кришталик – рогівка і дифракції на райдужній оболонці ока, нормальне око здатне фокусувати на сітківці пляму розміром 20 мікрометрів.

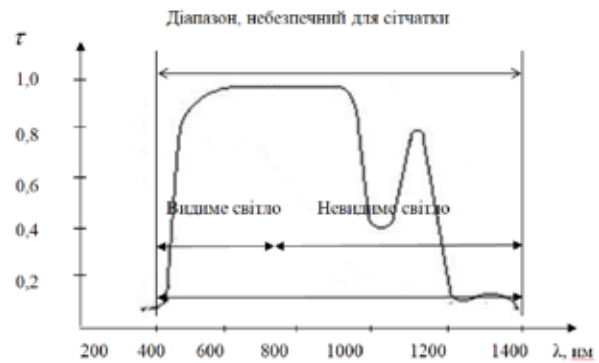


Рис. 1. Залежність пропускання лазерного променя очима від довжини хвилі випромінювання

Така ефективність очей призводить до того, що навіть малопотужний лазерний промінь при попаданні в очі може бути сфокусований на сітківці і майже миттєво пропалити в ній отвір, безнадійно пошкодивши при цьому зорові нерви. Удавана мала потужність лазерів може бути дуже оманлива, з огляду на небезпечну ступінь концентрації енергії випромінювання при фокусуванні променів пучка.

Вибираючи довжину хвилі, необхідно враховувати, що все зорове сприйняття в очах здійснюється за допомогою паличок та колбочок, при цьому найбільш відповідальним елементом ока є невеличка ділянка, яка розташована на оптичній вісі хрусталика, яка називається жовтою плямою, в центрі якої знаходиться центральна ямка – фовена, де розташовані тісно прижаті один до одного колбочки. Вони то і визначають розрізняльну здатність ока – гостроту зору та розрізнення кольорів. Розрізняльна здатність ока при сонячному світлі забезпечується колбочками і складає 0,5 – 1 кут. хв., а в сутінках вона падає, передаючи свої функції апарату паличок. При цьому спектральна чутливість збільшується в бік більш коротких довжин хвиль, а її максимум з довжини хвилі 0,55 мкм (1), переходить на довжину хвилі 0,51 мкм (2). (графік на рисунку 2) [7, с. 1].

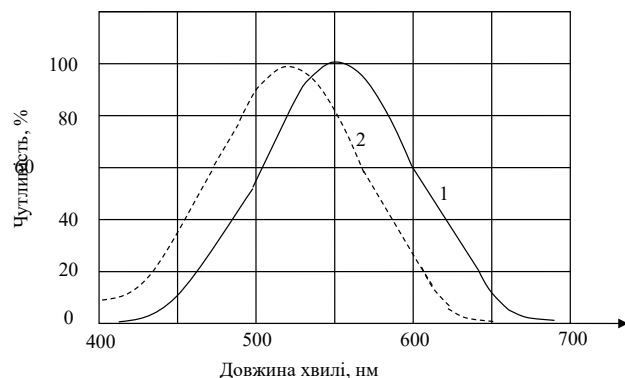


Рис. 2. Відносна спектральна світлова ефективність для денного (1) і нічного (2) зору

Відповідно до вищезазначеного, робимо висновок, що для лоціювання необхідно вибирати довжину хвилі, яка знаходиться за межами чутливості ока, тим самим виключаючи можливість виявлення снайпером процесу виявлення.

Але вибір довжини хвилі за межами чутливості ока не завжди дає позитивний ефект. Атмосфера по різному впливає на ту чи іншу довжину хвилі оптичного діапазону. Загальне послаблення випромінювання в атмосфері обумовлено двома основними процесами:

- поглинання газовими компонентами, внаслідок чого виникає перетворення енергії в інші її види;
- молекулярним та аерозольним послабленням чи розсіюванням, внаслідок чого змінюється напрямок випромінювання.

Загальне послаблення лазерного випромінювання в оптично однорідному середовищі описується експоненціальним законом Бугера:

$$I_L = I_0 \exp(-\alpha L), \quad (1)$$

- де: I_L – інтенсивність випромінювання, яке пройшло шлях L ;
 I_0 – інтенсивність випромінювання на початку траси;
 α – показник послаблення.

Спектральне пропускання шару середовища розраховується за формулою

$$\tau(\lambda) = \frac{I_1(\lambda)}{I_0(\lambda)}. \quad (2)$$

З урахуванням двох основних факторів послаблення – поглинання та розсіювання – вираз для $\tau(\lambda)$ можна представити у вигляді:

$$\tau(\lambda) = \tau_n(\lambda)\tau_A(\lambda), \quad (3)$$

- де: $\tau_n(\lambda) = \exp[k_n(\lambda)L]$ $\tau_A(\lambda) = \exp[\alpha_A(\lambda)L]$;
 k_n – спектральний монохроматичний коефіцієнт поглинання;
 α_A – спектральний монохроматичний коефіцієнт аерозольного розсіювання.

Таким чином, для визначення загального пропускання атмосфери достатньо знайти величину коефіцієнтів k_n та α_A для метеокутів, які розглядаються.

Формула для розрахунків величини τ_n має вигляд

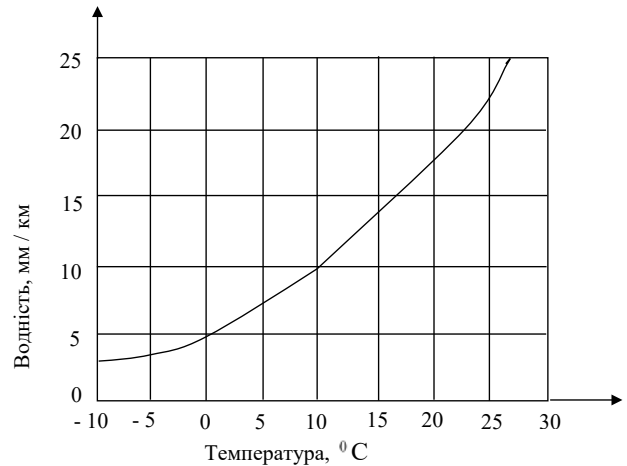
$$\tau_n = \tau_0 - K_L \lg \omega,$$

- де: τ_0 і K_L – постійні для розглянутої ділянки спектра;
 $\omega = a_n L$ – водність, мм;
 L – шлях випромінювання, км;
 α_A – абсолютна вологість або концентрація водяного пару.

Графік залежності насиченості атмосфери вологою від температури повітря представлено на графіку, рисунок 3 [7, с. 67-68].

Знайшовши «вікно» пропускання атмосфери, необхідно врахувати послаблення випромінювання, яке виникає за рахунок розсіювання.

Для розрахунків величини деяких констант можна взяти з спеціалізованих таблиць (таблиця 1).



t0	106,3	106,3	96,3	81,0	72,5
k1	15,1	16,5	17,1	13,1	13,1
$\Delta\lambda$, мкм	0,70-0,92	0,92-1,10	1,10-1,40	1,40-1,90	1,90-2,70

Рис. 3. Залежність водності від температури

Розсіювання молекулами і частинками можна пояснити за допомогою теорії. Якщо розмір молекули або частинки значно менше за довжину хвилі, то спостерігається Релеєвське розсіювання по закону λ^{-4} . Для частинок, розміри яких більше довжини хвилі, спостерігається неселективне розсіювання. Тому при розрахунках спектрального коефіцієнта пропускання використовують експериментальні дані по визначенню так званої метеорологічної дальності видимості d_v (таблиця 2).

Метеорологічна дальність видимості характеризує замутненість атмосфери і дорівнює найбільшій відстані видимості днем темних предметів з кутовими розмірами більше 30 град., розташованих на фоні неба біля горизонталі [8, с. 75].

Мінімальний контраст, який сприймає око (пороговий контраст), дорівнює 2 %. Тому метеорологічна дальність видимості d_v – це відстань, на якому об'єкт з одиничним контрастом після проходження атмосфери сприймається з контрастом 0,02 тобто

$$K_v(d_v) = K_v(0) \exp(-\alpha_A d_v), \quad (4)$$

де:

$$K_v(0) = 1; K_v(dv) = 0,02. \quad (5)$$

Звідси

$$\alpha_A = \frac{1}{d_v} \ln \frac{K_v(d_v)}{K_v(0)} = \frac{3,91}{d_v}, \quad (6)$$

де: d_v – вимірюється в км;

α_A – вимірюється в км⁻¹.

Таблиця 2

Характеристика видимостей	Метеорологічна дальність видимості, км.	Умови спостереження
Дуже погана	<0,05	Дуже сильний туман
	0,05..0,2	Сильний дощ, густий туман
	0,2 ...0,5.	Помірний туман, сніг
Погана	0,5...1	Сильний туман, помірний сніг
	1...2	Дуже сильний дощ, помірна димка або сніг
Середня	2...4	Сильний дощ, слабка димка, або сніг
	4...10	Помірний дощ, дуже слабка димка
Добра	10...20	Без опадів, або слабкий дощ
Дуже добра	20...50	Без опадів
Виключна	>50	Дуже чисте повітря

За результатами натуральних вимірювань встановлено, що коефіцієнт послаблення за рахунок розсіювання становить $\alpha_A = \lambda^{-1,3}$ для діапазону 0,3...14 мкм. Тому спектральний коефіцієнт послаблення $\tau_A(\lambda)$ за рахунок розсіювання на атмосферних молекулах та частинках знаходиться за формулою:

$$\tau_A(\lambda) = \tau_A(\lambda_0) \left[\frac{\lambda_0}{\lambda} \right]^{1,3} = \frac{3,91}{d_v} \left[\frac{0,55}{\lambda} \right]^{1,3}, \quad (7)$$

де: $\lambda_0 = 0,55$ мкм;

λ – довжина інфрачервоного випромінювання.

Ще одним важливим фактором який впливає на вибір довжини хвилі є власне випромінювання атмосфери. Власне випромінювання атмосфери обумовлено наявністю в ній водяної пари та вуглекислого газу, на якому розсіюється випромінювання сонця. В діапазоні 3...4 мкм майже при любых умовах енергетичні яскравості власного та розсіяного випромінювання однакові. При довжинах хвиль, від 4 мкм та вище, велику

яскравість має власне випромінювання. Температура атмосфери, в залежності від пори року, знаходиться в межах 200...300 К, тому максимум інтенсивності випромінювання атмосфери знаходиться в межах 10 мкм. Максимальне значення спектральної енергетичної яскравості складає $10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \text{ ср мкм}$.

Спектральна енергетична яскравість атмосфери має максимуми, які відповідають центрам смуг поглинання водяної пари (6,3 мкм), озону (9,6 мкм), вуглекислого газу (15 мкм). На рисунку 4 зображений графік спектра теплового випромінювання атмосфери.

Необхідно також визначити енергію в імпульсі W , випромінювану передавальним пристроєм, якої достатньо для тимчасового засліплення очей людини, що знаходиться на віддаленні R від випромінювача.

Вихідні дані:

– необхідна щільність енергії на вхідному зіниці ока становить $W_{\text{пор}} = 10\text{-}2 \text{ Дж/м}^2$;

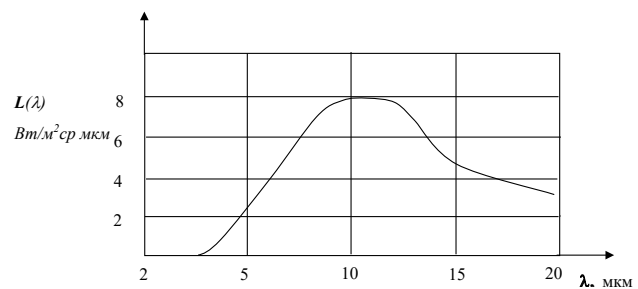


Рис. 4. Графік спектра теплового випромінювання атмосфери

– розходження випромінювання передавального каналу $I^\circ \times I^\circ$. Для розрахунків перетворимо задане розходження в тілесний кут

$$\Omega = \frac{1}{57,3} \cdot \frac{1}{57,3} = 3,05 \cdot 10^{-4} \text{ ср}. \quad (8)$$

Припускаємо, що випромінювач з розходженням Ω віддалений від ока по горизонталі на відстань R . Тоді прозорість траси, що з'єднає передавач і очі, визначимо у вигляді

$$T_\alpha = \exp(-\alpha R), \quad (9)$$

де α – показник ослаблення оптичного сигналу в атмосфері, його значення для середнього стану атмосфери можна прийняти рівним (0,2 – 0,4) 1/км. Випромінювач із заданим розходженням Ω на відстані R буде висвітлювати майданчик, розташований перпендикулярно до осі поширення променя, з розміром площі $S_{\text{оп}}$, яку визначимо через тілесний кут Ω і відстань R як:

$$S_{\text{оп}} = R^2 \cdot \Omega. \quad (10)$$

Тоді знайдемо щільність енергії випромінювання на вхідному зіниці ока через обрані параметри

$$W_{прим} = \frac{W \cdot T_a}{S_{опр}} = \frac{W \cdot \exp(-\alpha \cdot R)}{R^2 \cdot \Omega} \quad (11)$$

Для виведення з ладу очей треба, щоб щільність енергії на входній зіниці ока була не менш заданої $W_{пор}$, тобто треба

$$W_{оч} > W_{пор} = 10^{-2} \frac{дж}{м^2} \quad (12)$$

Формула для розрахунку потрібної енергії випромінювання буде мати вигляд:

$$W(R) = \frac{W_{пор} \cdot R^2 \cdot \Omega}{\exp(-\alpha \cdot R)} = W_{пор} \cdot R^2 \cdot \Omega \cdot \exp(\alpha \cdot R) \quad (13)$$

Визначимо розмірності і значення величин, які входять у формулу. $W_{пор} = 10^{-2} \text{ Дж/м}^2$, $R = 1000 \text{ м}$; $\alpha = 0,00031/\text{м}$. Підставимо ці значення у формулу для енергії вихідного випромінювання передавального каналу, отримаємо:

$$W = 10^{-3} (10^3)^2 \cdot 3 \cdot 10^{-4} e^{0,3} = 0,4 \text{ Дж}$$

Графік залежності випромінюваної енергії від дальності наведено на рисунку 5 [9, с. 168-169].

Висновки. Засоби контрснайперської боротьби, засновані на використанні оптичних квантових генераторів (лазерів) можуть значно підвищити живучість військ на полі бою. Необхідність застосування таких засобів у сучасному озброєнні обу-

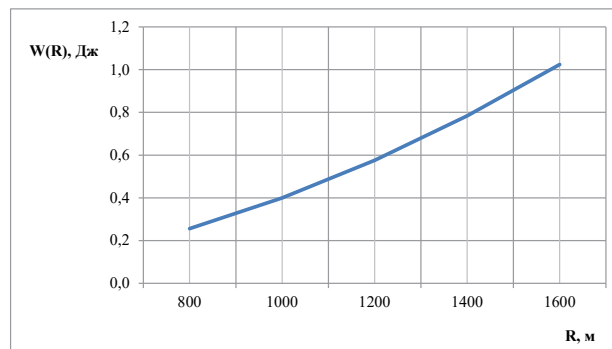


Рис. 5. Залежність випромінюваної енергії лазера від дальності до цілі

мовлене його малою вагою і розмірами, високою готовністю, інформативністю, мобільністю.

Реалізація технічних характеристик розглянутого обладнання призведе до значного зростання можливостей підрозділів, які будуть оснащені оптико-електронними системами, надати перевагу в перехопленні ініціативи на полі бою. Енергія випромінювання запропонованих лазерних засобів протидії повинна забезпечити ураження сітчатки ока снайпера чи приймальних елементів приймача наведення снайпера.

Список літератури:

1. Бойовий бюлетень центру морально-психологічного забезпечення Збройних Сил України. Протидія ворожим снайперам. URL: https://dovidnykmpz.info/wp-content/uploads/2020/06/BB_164_compressed. № 164 червень 2020 р. 4 с. (дата звернення: 07.01.2023).
2. Ученые назвали поражающие факторы боевых лазеров: кровь закипает. URL: <https://www.mk.ru/politics/2022/01/04/uchenye-nazvali-porazhayushhie-factory-boevykh-lazerov-krov-zakipayet.html> (дата звернення: 05.01.2023).
3. Романюк В.А. Застосування лазерного та оптоелектронного озброєння у військових формуваннях Національної гвардії України. В.А. Романюк, С.О. Стародубцев, Ю.А. Драган, А.Г. Літвінов. Вчені записки Таврійського Національного університету ім. В.І.Вернадського. Технічні науки. Том 32(71) № 5. 2021. С. 30-35.
4. Танцюра А.Б. Аналіз та перспективи розвитку технічних засобів контрснайперської боротьби. А.Б. Танцюра, Я.Н. Кожушко, В.В. Радецкий, А.В. Шевчук Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2019. 4(62). С. 79-84.
5. Фомкин Н. Приоритетные направления развития лазерного оружия за рубежом. Зарубежное военное обозрение. №12, 2011г. С. 43-46.
6. Лазерная безопасность. URL: https://stormoff.ru/mediacenter/articles/article_66/ (дата звернення: 13.12.2022).
7. Спектральна світлова ефективність монохроматичного випромінювання. URL: <https://profilbaru.com/uk/> (дата звернення: 16.12.2022).
8. Ю.Г.Якушенков. Теория и расчет оптико-электронных приборов. Москва. Логос. 1999. 479 с.
9. Дозиметрия лазерного излучения / Под редакцией Н.Д. Устинова. Москва : Радио и связь, 1983. 192 с.

Romanyuk V.A., Starodubtsev S.O. EVALUATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF LASER ANTI-SNIPER SYSTEMS

The article is devoted to the definition of methods of countering enemy snipers. With the development of technology, non-lethal weapons have become increasingly important in modern conflicts. That is, which does not lead to the death of the opponent, but for some time deprives him of the opportunity to take active actions. One of these means is a laser weapon.

Combat laser complexes of various purposes are used in the world's leading armies. Combat lasers are in the armies of the USA, Germany, Great Britain, France, Israel, China, India, Japan, and Turkey.

It has been studied that one of the possible applications of laser complexes is the fight against observers and snipers. Appropriate systems have already been developed, but are not yet mass-produced or used. Experts expect a breakthrough in this weaponized area in about a few years. Another area of application is suppression of optical and opto-electronic means, such as thermal imagers, binoculars, sights, homing heads.

It has been revealed that nowadays more and more attention is paid to the possibility of disabling the enemy's manpower without destroying it. All the more so, as a hit man reduces the combat effectiveness of his unit much more than a killed one.

Detectors of optical systems work in the infrared range, and catch the reflection of the probing beam from the lens of an optical sight or other optical device. They are quite different: the most compact models resemble binoculars or a laser rangefinder in terms of dimensions, and they scan in manual mode. More sophisticated mobile laser radars have a beam scanning system and they are able to automatically scan a given sector of space – approximately the same as a conventional radar.

It was proved that the most powerful and most advanced laser weapon systems, in addition to the detector module, are equipped with a combat laser that is capable of blinding and disabling optical-electronic devices or the sniper after they are found by the laser detector radar.

The effect of lasers on the human body is considered, which depends on the radiation parameters (power) and irradiation energy per unit surface, wavelength, pulse duration, pulse frequency, irradiation time, the plane of the irradiated surface), the localization of the effect and the anatomical and physiological features of the irradiated object.

The energy of the laser beam flow, which falls on biological tissues and can cause serious damage, is determined. Laser radiation affects a living organism through thermal, mechanical and electrical action. Irradiation with laser rays can cause functional disturbances in the activity of the central nervous system, cardiovascular system, and endocrine glands. Radiation can cause blood to clot or break down, damage the eyes, skin, cause genetic changes, headaches, sleep disorders, weakness, etc.

Key words: *laser weapons, laser radiation, optical-electronic devices, radiation parameters, organs of vision.*