

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.333-339>

УДК623.62

А.П. Чкалов**Ю.Г. Душкін****М.Є. Галактіонов****В.В. Маміч**, к.т.н., доц.*Військова академія (м. Одеса), Україна*

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСТУ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ

В роботі проведено аналіз існуючих оптико-електронних засобів розвідки, запропоновані шляхи захисту їх від електромагнітного випромінювання лазерної зброї, що заснована і працює на різних фізичних принципах. Розглянуто можливості їх використання для вдосконалення захисту засобів оптико-електронної розвідки та озброєння і військової техніки з метою підвищення її бойових можливостей та ефективності при використанні за призначенням. Вказана необхідність використання сучасного досвіду бойових дій на сході України. Розглянуто принцип дії таких пристроїв, який побудовано на використанні фізичного ефекту світло повернення, який полягає у властивості оптичних систем відображати зондуєме випромінювання у зворотньому напрямку під кутом, близьким до кута падіння. Лазерні детектори оптичних систем працюють в інфрачервоному діапазоні, і ловлять відблиск зондуємого променя від лінзи оптичного прицілу чи іншого оптичного приладу. Відмічено, що вони бувають досить різні: найкомпактніші моделі за габаритами нагадують бінокль чи лазерний далекомір, і сканування ними відбувається у ручному режимі. Рекомендовано впровадження принципово нових концепцій по інтеграції систем розвідки, управління, зв'язку та враження. Запропоновані напрямки розвитку, удосконалення та модернізації захисту засобів оптико-електронної розвідки та озброєння і військової техніки частин і підрозділів Збройних сил України.

Ключові слова: лазерне випромінювання, озброєння та військова техніка, оптико-електронні засоби, болометри, телевізійна матриця, зондуєме випромінювання, пік селф, детектор.

Постановка проблеми

Як свідчить досвід бойових дій останніх років на сьогоднішній день велика увага військових фахівців приділяється розвитку і удосконаленню оптико-електронних засобів розвідки. Це пов'язано з безперервним удосконаленням та розробкою систем озброєння нового покоління, які мають поліпшені тактико-технічні характеристики, скорочується час перебування об'єктів у зоні виявлення та ураження, знижується помітність об'єктів, підвищується їх завадозахист та протидія засобам розвідки, змінюється тактика їх дій. З цих причин використання радіолокаційних та радіотехнічних засобів розвідки не завжди є можливим і ефективним.

Актуальність роботи полягає в тому, що в ній вказана необхідність впровадження принципово нових концепцій по інтеграції систем розвідки, управління, зв'язку та враження. Як свідчить аналіз останніх досліджень і публікацій, на сьогоднішній день особлива увага приділяється оптико-електронним засобам спостереження, виявлення і прицілювання [1, с. 180-181]. Основними перевагами яких є: – прихованість їх застосування; – на відміну від радіолокаційних та радіотехнічних засобів вони не потребують додаткових систем завадозахисту; – відносна простота конструкції, експлуатації та невеликі габарити; – невелике енергоспоживання; – екологічна чистота. Метою роботи є визначення напрямків по удосконаленню захисту оптико-електронних засобів спостереження, виявлення і прицілювання.

Викладення основного матеріалу дослідження

Розрахункові оцінки складових стрільби на враження цілі показують, що інформативність про ціль на полі бою (виявлення, прицілювання, супроводження та цілевказівки), для наведення зброї, мають велику перевагу у порівнянні із складовими бойової потужності зброї (потужність снаряду, скорострільність, інерційність). Інформативні показники значно впливають на ефективність бойового застосування ОВТ (час реакції, точність стрільби, ймовірність поразки) [2, с. 29-30].

Оптико-електронні засоби розвідки через велику лінзу свого об'єктиву можуть давати відблиск від сонця, який буде видно на кілька кілометрів. Про це відомо усім, навіть початківцям. Але важливо розуміти, що подібний відблиск від їх можна побачити не лише за допомогою сонця. Замість нього можна використати лазерний промінь. Принцип дії таких пристроїв побудовано на використанні фізичного ефекту світлоповернення, який полягає у властивості оптичних систем відображати зондуєче випромінювання у зворотньому напрямку під кутом, близьким до кута падіння. Лазерні детектори оптичних систем працюють в інфрачервоному діапазоні, і ловлять відблиск зондуєчого 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. Нарешті, 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. Серед російських військових бойових лазерів досить відомі експериментальні системи 1К11 «Стилет», 1К17 «Сжатие» та їх нащадки: 1ПН47 та інші мобільні пристрої. Розробляє ці системи НВО «Астрофізика» та інші КБ. У пресі стало відомо про польові випробування росіянами мобільного лазерного комплексу (МЛК) наступного покоління. Не виключено, що частина цих випробувань проходить саме в окремих регіонах Донецької та Луганської областей. Саме бойове застосування лазерів викликає зараз найбільше розмов, дискусій, та пошуків способів того, як від нього уберегтися. Дійсно, фотографії оптико-електронних засобів розвідки та прицілів, в яких на лінзах лишився слід від удару бойовим лазером, дуже вражають увагу. Але необхідно зауважити, що найголовніше для оператора та снайпера – вберегтися від виявлення, тобто від лазерного детектора! Тому що якщо їх позицію буде виявлено, то його буде порівняно неважко вразити і традиційними засобами вогневого ураження. І для цього не потрібен бойовий лазер. Достатньо буде і добре пристріляного міномета чи гранатомета. Звісно, що головне для оператора та снайпера – скритність і непомітність. За статутом, окрім основної позиції, оператори та снайпери обов'язково повинні мати запасну, та кілька хибних, призначених для дезінформації противника. Отже саме над хибними позиціями доведеться попрацювати [3, с. 64-67]. На них потрібно вдумливо розмістити різноманітний лом оптичних приладів – старі поламані приціли, труби, біноклі, об'єктиви фотоапаратів тощо. Бажано тримати усе це чимось замаскованим і відкривати у якийсь певний час після зайняття основної позиції. Треба бути готовим до того, що після відкриття оптики та її детектування противником «прилетіти» з того боку може секунд через 15-30, а то й швидше. Але саме велика кількість спрямованих на ворога лінз в районі роботи операторів та снайперів відіб'є у противника бажання намагатись подавити їх усі вогнем – бо це одразу викличе зворотній вогонь у відповідь. Окремо наголошуємо, що прості уламки скла чи дзеркала лазерні детектори вмють одразу відфільтрувати. Потрібні саме складні оптичні системи із кількох лінз, що розташовані на одній оптичній осі. Найкращий варіант – дешеві китайські оптичні приціли, які усе одно більше ні до чого не придатні. То ж нехай хоча б попрацюють як хибні цілі. Для захисту оптико-електронних засобів розвідки та основної робочої оптики снайпера необхідно використовувати механічні засоби звуження кута відблиску променя. Сотові бленди є обов'язковими для застосування на оптичних приладах в умовах бойових дій. Довжина однієї соти повинна на порядок перевищувати її діаметр. Поверхня сотових трубок має бути зачорнена, для зменшення перевідбиття світлових променів. Для більш надійного звуження кута відблиску можна встановити одразу кілька сотових бленд підряд – кількість залежить від їх оптичних якостей. Якщо немає сотової бленди, використовуйте трубчасту, але модифікуйте її. На крайній випадок, коли під рукою нема майже нічого, то можна просто діафрагмувати об'єктив – закрити трубчасту бленду кришкою, і зробити в ній отвір невеликого

діаметру, бажано неправильної форми. Абсолютно зрозуміло, що якість зображення та кількість світла, що потрапляють до прицілу, значно зменшаться. До оптичних засобів захисту відносяться світлофільтри, які поглинають, блокують або розсіюють інфрачервоний спектр, бо саме у ньому працюють лазерні детектори оптичних приладів. Не плутайте такі фільтри із ІЧ-фільтрами, які пропускають лише ІЧ-спектр. Розрізнити їх просто – потрібні нам фільтри є абсолютно прозорими у видимому спектрі. Вони носять назву IR-Cut, і виробляються у різних діаметрах багатьма виробниками оптичних фільтрів – Hoya, Schneider, GSO, ZWO та ще безліч. Такий фільтр варто ставити на оптичний приціл між лінзою та блендою. Адже він відбиває ІЧ-промені, працюючи як дзеркало. Тому оцей кут відбиття потрібно зменшувати усіма можливими засобами – зокрема, трубчастими блендами, як описано вище. Сподіваємось, досить очевидно, що встановлювати IR-Cut фільтр на тепловізор не має сенсу – цей варіант захисту для них не годиться. А видно їх в лазерний детектор, на жаль, досить добре. Але захистити тепловізор можна! Перекрийте його об'єктив поліетиленовою плівкою, або навіть просто старим зім'ятим целофановим пакетом. На якість картинки це майже не вплине, але детектуватись такий тепловізор буде значно слабше. Що робити із засобами спостереження – трубами, біноклями тощо? Власне, те ж саме – розташовувати велику кількість хибних цілей, звужувати кут огляду, використовувати світлофільтри та бленди. У районі, де зафіксовані випадки застосування бойових лазерів, не користуватись оптичними приладами довше кількох секунд. Задіяти цифрові відеокамери та фотоапарати – навіть якщо бойовий лазер пошкодить техніку, на оператора це не вплине. Також можна задіяти електронні приціли, як основні на снайперських гвинтівках – це також дозволить вберегти зір стрільця. Ну і нарешті, як можна виявити та знешкодити лазерний детектор на полі бою? Зонduючий промінь деяких приладів буде добре видно у прилад нічного бачення тому можна засікти місцезнаходження детектору під час його роботи і вжити необхідних заходів. Що стосується пошуку захисту від бойового лазера, то це задача хибна. Тому що якщо позицію оптичних засобів вже викрито, то знешкодити її можна не тільки лазером, а багатьма іншими способами. Лазерні детектори оптико-електронних засобів розвідки це цілком очікуваний етап «гонки озброєнь» у даній сфері, і прогрес у ній досить швидкий. Скільки вони існують, стільки ж буде існувати і пошук засобам протидії. В даний час застосовуються ОЕЗ розвідки на основі: – телевізійних матриць (ТМ); – болометричних приладів (БП); – електронних оптичних перетворювачів (ЕОП). Телевізійні матриці перекривають діапазон видимого і ближнього інфрачервоного (ІЧ) випромінювання 0,5...1,1 мкм, інфрачервоного випромінювання 3...5 мкм, інфрачервоного теплового випромінювання 8...12 мкм. Болометричні прилади працюють у діапазоні теплового випромінювання 0,85...10,0 мкм. ЕОП працюють у діапазоні інфрачервоного випромінювання 0,85...1,3 мкм. ТМ прилади використовуються вдень і вночі при освітленості від 105 до 115 люкс, використовуючи власне і відбите, видиме і інфрачервоне випромінювання об'єктів, а також власне теплове ІЧ випромінювання об'єкту. Розділ ТВ матриць, в залежності від розміру матриці та величини пікселя, може бути до 1920×1080 пікселів (на сьогоднішній день), ТВ матриць теплового діапазону до 752×576 пікселів [4, с. 85-89]. Виведення зображення, після електронного перетворення здійснюється на монітори, за останній час, як правило, з кольоровою LCD матрицею екрана. Прилади на основі болометрів будуються по телевізійній схемі і працюють у ІЧ тепловому діапазоні. На ринку апаратури для забезпечення виявлення об'єктів також значне місце займають тепловізори. Камери відеоспостереження по якісним та цінним характеристикам досить непогано адаптовані до запитів і можливостей широкого кола споживачів, у тому числі і у військових. Тепловізори залишаються, в більшому ступені, виробами досить дорогими (захисне германієве скло, об'єктив, ТПВ матриця з контролером коштують порядку 10...20 тис. у.о.) [5, с. 50-54]. Практично всім добре відомо, що тепловізори фіксують власне теплове випромінювання об'єкта, що забезпечує можливість візуалізації зображення не тільки у повній темряві, але і при густому тумані, в сніг, дощ та за листям дерев. Тепловізори фіксують випромінювання інфрачервоної області спектру 8...10 мкм,

так зване теплове випромінювання. Джерелом теплового випромінювання можуть бути любі предмети, температура яких відрізняється від абсолютного нуля в реальності починаючи з мінус 25 град. Всі предмети випромінюють теплове (інфрачервоне) випромінювання з дещо різною довжиною хвилі і з різною енергією. Це і дозволяє ідентифікувати об'єкти, а потім їх візуалізувати. Тепловізор фіксує об'єкти навіть в абсолютній темряві, ніякого взагалі, навіть мінімального, фонового підсвічування для роботи тепловизора не потребується. Інфрачервоне випромінювання, невидиме людському оку, або теплове випромінювання ділиться на: – короткохвильове, з довжиною хвилі $\lambda=0,76\dots 2,5$ мкм, – середньохвильове $\lambda=2,5\dots 5$ мкм, – довгохвильове $\lambda=5\dots 14$ мкм. Видиме випромінювання характеризується довжинами хвиль у діапазоні від 0,38 мкм до 0,76 мкм. Максимум чутливості ока розміщений у «зеленій» зоні 0,55 мкм безперервного спектру сонячного випромінювання. Стандартні розміри чутливої матриці болометрів – 640×480 , 320×240 або 160×120 , з розміром пікселя 17 мкм, при цьому дозвіл буде однаковим, але, як і у випадку з відеокамерами, велика матриця дозволяє захопити більшу область огляду з найменшими спотвореннями. Температурно-чутливий елемент, наприклад, на основі модифікацій оксиду ванадію V_2O_5 , та два електроди пов'язують температурно-чутливий матеріал і схему зчитування на підкладці. Суттєво збільшити коефіцієнт поглинання інфрачервоного випромінювання дозволяють багаточарові так звані сендвічні структури, які побудовані у вигляді оптичних резонаторів, поглинають 80% випромінювання на довжині хвилі 8 мкм. Може бути досягнуто поглинання площинних структур 50-80% в смузі 8,5-10 мкм. Таким чином, підбір оптимальної технології створення чутливого елементу мікроболометра продовжується. Зображення, які візуалізуються за допомогою тепловизорів на основі мікроболометрів, мають такий же вигляд, як і зображення, які отримуються за допомогою тепловизорів, що оснований на напівпровідникових матрицях до цього ж класу приладів нічного бачення відносяться і прилади на основі електронно-оптичних перетворювачів. На їх основі виготовляють нічні прилади для водіїв та операторів ОВТ, нічні біноклі, приціли, монокулярні та ін. Ці вироби широко розповсюджені у військовій та цивільній промисловості. Вони набагато дешевші тепловизорів і болометрів. Прилади на основі електронно оптичних перетворювачів (ЕОП) виготовлені на основі фоточутливих елементів, які працюють також на основі фотонного ефекту. На відміну від тепловизорів, електроннооптичні перетворювачі працюють на основі зовнішнього фотоефекту [6, с. 124-130]. Електронно-оптичні перетворювачі (ЕОП) – оптичні прилади з дуже високим коефіцієнтом посилення. ЕОП містить фотокатод, який перетворює слабкі світлові потоки у потоки електронів, підсилювач цих електронних потоків, який бомбардує електронним потоком люмінесцентний екран, на якому відтворюється посилене зображення. На відміну від тепловизорів, для роботи приладів на основі ЕОП необхідне хоча б незначне підсвічування. Іноді достатньо неповного місяця або просто зоряної ночі. Таким чином, можна вважати, що по співвідношенню ціна-якість тенденція йде на користь нічних приладів на основі мікроболометрів. Другим етапом модернізації існуючих і нових систем виявлення оптико-електронними засобами є створення інтегрованих у системі управління алгоритмів і програм роботи з відеозображеннями [7, с. 53-59]: – автоматичного багато-векторного огляду простору; – автоматичного пошуку та виявлення об'єктів; – автоматичного супроводження по кутовим координатам і дальності «N» кількості об'єктів; – автоматичного розпізнавання та ідентифікації об'єктів; – суміщення відео образів об'єктів, що отримані від різних приладів спостереження (телевізійних (ТВ) і тепловізійних (ТПВ) камер), з метою підвищення можливості по виявленню та розпізнаванню. Один із шляхів підвищення ефективності засобів ураження ОВТ полягає у застосуванні для розвідки цілодобових, всепогодних оптико-електронних систем (ОЕС). Підвищення ефективності самих ОЕС забезпечується шляхом комбінування приладів виявлення з метою створення багатоканальності та комплексування відео зображення. Наприклад, комплексування відео зображень від ТВ (світлової) камери і ТПВ (теплової) камери [8, с. 72-80]. Стандартним складом ОЕС для задачі прицілювання на дистанціях до 4000 м,

вважається наявність наступних приладів: 1. ТВ камера (ближнього діапазону) поля зору (наприклад, 20×10); – ближня ціль; 2. ТВ камера ІЧ (середнього діапазону) поля зору (наприклад, 20×10); 3. ТВ камера ІЧ (дальнього діапазону) поля зору (наприклад, 20×10). Для розширення можливостей пошуку цілей ОЕС доповнюють камерами з широким полем зору, наприклад, 4×3 градуси або 9×6 градусів, і в цьому випадку наближається дальня межа виявлення та розпізнавання цілей. При комплексуванні відео зображень виникає ряд складних задач: – облік різних кутів поля зору камер; – облік різних ракурсів спостереження об'єкта; – облік різниці фокусних відстаней камер; – облік різниці структури відеосигналів камери світлової і ІЧ, як відбитий сигнал, та тепловий, як власне випромінювання об'єкту; – облік форматів матриць камер. Все це приводить до створення складних алгоритмів обробки відеосигналів у відео потоках, які повинні враховувати спектральну інтенсивність фонів та об'єктів, тобто простір – енергетичні характеристики умов роботи. Для ефективної стрільби на ураження цілі необхідно мати координати цілі як кутові (земні) так і дальномірні, які входять у балістичний розрахунок точки прицілювання. Визначення дальності до цілі може бути здійснено геометричним способом, по дальномірним шкалам або за допомогою лазерного дальноміра (радіотехнічний, радіолокаційний і топографічний спосіб вимірювання не розглядаємо). Вимірювання дальності лазерним каналом переважно по точності вимірювання може бути на рівні $0,1 \dots 1,0$ м (в загальному випадку сьогодні, точність $5 \dots 10$ м) на дальності до 10 км. Сьогодні використовуються лазери лампового і напівпровідникового діодного накачування. Лазери працюють на довжині хвилі $1,06$ або $1,35$ мкм, це шкідливі для очей, і $1,54 \dots 1,57$ мкм – безпечні для очей людини випромінювання. На даний час потрібні компактні лазери здатні вимірювати дальність до цілі на дистанції $0,2 \dots 10$ км з точністю $0,5$ м, і $20-25$ км з точністю більше 2 м, масою біля 2 кг. Це дозволяє розміщувати ці пристрої всередині контейнера ОЕС. Для підвищення достовірності у часі положення цілі вимірювання дальності необхідно проводити з частотою не менше 10 Гц. Цей тип лазерів називається «частотні». Всі лазери повинні мати алгоритм, який підвищує вірогідність достовірного вимірювання дальності і селекцію цілей, які потрапляють в сектор променю за наступними критеріями: – дальня ціль; – вибірка ділянки дистанції по дозволу вимірювання або заборони вимірювання дальності; – амплітудно-тимчасова (виключаються частково екрануючі об'єкти – крони дерев, кущі, хмари); – вимірювання дальності одночасно по N цілям; – селекція виводу дальності до $1-2-3-N$ цілі; Напрямки удосконалення лазерних дальномірів: – збільшення дистанції вимірювання і за рахунок збільшення чутливості фото приймальних пристроїв; – зниження загальних габаритів і маси пристроїв за рахунок скорочення апертури приймальної оптики; – застосування лазерів на основі оптиковолоконних компонентів; 68 Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, акустика та навігація 69 – застосування лазерів з напівпровідниковою діодною накачкою; – застосування «ВКР»-лазерів. До системи наведення і стабілізації оптикоелектронних систем (ОЕС) надаються особливі, підвищені вимоги по забезпеченню наведення і утримання лінії візування цілі в процесі руху ОВТ, об'єкта та під час стрільби із зброї. Вимоги до системи наведення і стабілізації лінії візування цілі стосовно до ОЕС, що встановлена на ОВТ та оснащена малокаліберною гарматою для стрільби по наземним та повітряним цілям можуть бути: 1. Серединна помилка стабілізації $0,05 \dots 0,1$ мрад. 2. Максимальна швидкість наведення у горизонтальній та вертикальній площі $60 \dots 120$ град./с. 3. Мінімальна швидкість наведення у горизонтальній та вертикальній площі $0,006 \dots 0,01$ град./с. 4. Максимальне прискорення наведення у горизонтальній та вертикальній площі $2 \dots 120$ град./с. 5. Точність позиціонування $0,1$ кут. хв. 6. Швидкість відведення у обох площі, в режимі наведення по швидкості не більше $0,3$ кут. хв./с. Такі системи наведення і стабілізації будуються по одно і двох контурній системі приводу в одній вісі обертання, із застосуванням електричних моментних двигунів з магнітами високої коерцитивної сили та п'єзо двигуни. По принципу побудови вимірювальних вісей діляться з механічною прив'язкою до базової площини і безплатформені системи (БІС). В системах з БІС прив'язка до бази (до просторових кутів) у таких здійснюється у обчислювальному

пристрої, як зберігання вирахованих кутів шляхом інтеграції кутової швидкості і прискорення зміни кутової швидкості [9, с. 65-67]. В даному випадку прив'язка до бази здійснюється у нерухомому положенні бази, введенням команди «запам'ятати».

Висновки

Таким чином, обґрунтована й розроблена методика захисту оптико-електронних засобів від лазерних засобів ураження із системних позицій, що включають взаємодію з підсистемами: пошуку, виявлення, оцінки параметрів і розпізнавання; управління зв'язку й передачі даних; формування, генерації й наведення вражаючого випромінювання. Один із шляхів зменшення ефективності засобів ураження ОВТ полягає у застосуванні для розвідки цілодобових, всепогодних оптико-електронних систем (ОЕС). Підвищення ефективності самих ОЕС забезпечується шляхом комбінування приладів виявлення з метою створення багатоканальності та комплексування відео зображення. Наприклад, комплексування відео зображень від ТВ (світлової) камери і ТПВ (теплової) камери. Стандартним складом ОЕС для задачі прицілювання на дистанціях до 4000 м, вважається наявність наступних приладів: 1. ТВ камера (ближнього діапазону) поля зору (наприклад, 20×10); – ближня ціль; 2. ТВ камера ІЧ (середнього діапазону) поля зору (наприклад, 20×10); 3. ТВ камера ІЧ (дальнього діапазону) поля зору (наприклад, 20×10). Для розширення можливостей по пошуку цілей ОЕС доповнюють камерами з широким полем зору, наприклад, 4×3 градуси або 9×6 градусів, і в цьому випадку наближається дальня межа виявлення та розпізнавання цілей. При комплексуванні відео зображень виникає ряд складних задач: – облік різних кутів поля зору камер; – облік різних ракурсів спостереження об'єкта; – облік різниці фокусних відстаней камер; – облік різниці структури відеосигналів камери світлової і ІЧ, як відбитий сигнал, та тепловий, як власне випромінювання об'єкту; – облік форматів матриць камер. Виходячи з викладено можливо окреслити наступні напрямки розвитку, удосконалення та модернізації оптико-електронних засобів розвідки з метою підвищення їх бойових можливостей та ефективності використання напрямки розробок та удосконалення. 1. Розробка світлових, інфрачервоних, теплових каналів розвідки об'єктів здатних працювати в складних умовах. 2. Розробка алгоритмів і програм комплексування відеосигналів різних джерел розвідки. 3. Розробка алгоритмів і програм пошуку, виявлення, розпізнавання, супроводження і видачі цілевказівок на зброю для стрільби. 4. Розробка алгоритмів і програм інтегрування відеоінформації про об'єкти розвідки у системи управління зброєю. 5. Розробка і створення нових видів оптичної та оптико-електронної розвідки, наприклад, в ультрафіолетовому і рентгенівському діапазоні.

Список використаних джерел

1. Каблуков О.А. Особливості застосування засобів маскувння військ і об'єктів від оптико-електронних засобів повітряної розвідки противника: історичний аспект / О.А. Каблуков // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2010. – № 1. – С. 180-181.
2. Пасько І.В. Артилерійські оптико-електронні засоби розвідки, спостереження та цілевказання / І.В. Пасько // *Перспективи та шляхи розвитку бойового забезпечення ракетних військ і артилерії Сухопутних військ Збройних Сил України*. – Суми: СумДУ, 2009. – С. 29-30.
3. Лифанов Ю.С. Направления развития зарубежных средств наблюдения за полем боя / Ю.С. Лифанов, В.Н. Саблин, М.И. Салтан. – М.: Радиотехника, 2004. – С. 64-67.
4. Експериментальне дослідження оптичної примітності об'єктів АБТТ для охорони периметра об'єкту: звіт про НДР / Акад. ВВ МВС України; кер. І.Ю. Бірюков. – Х., 2012. – С. 85-89.
5. Системный подход к оценкам разведдостоупности оптико-електронных средств / А.Н. Глушков, Н.В. Дробышевский, П.Е. Кулешов, // *Радиотехника*. – 2017. – № 9. С. 50-54.

6. Орда М.В. Алгоритм класифікації ділянок кусково-однорідних зображень для систем виявлення та спостереження / М.В. Орда, С.В. Абрамов, М.Ф. Полторак // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського 1. – 2017. – С. 124-130.

7. Порєв В.А. Телевізійні інформаційно-вимірювальні системи / В.А. Порєв. – К., 2015. – 218 с.

8. М. М. Нікіфоров, І. В. Пампуха, Г. Б. Жиров. Обґрунтування типу та вимог до оптико-електронних систем в інтересах виконання завдань розвідки та охорони об'єктів. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2017. Вип. 55. С. 71-81.

9. В. В. Кондрат, О. І. Костенко, О. В. Корнієнко Аналіз оптико-електронних засобів розвідки та напрямки їх удосконалення з метою підвищення ефективності бойового застосування ОБТ / Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. - 2018. - № 2. - С. 66-71.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ

А. Чкалов, Ю. Душкин, М. Галактионов, В. Мамич

В работе проведен анализ существующих оптико-электронных средств разведки, предложены пути защиты от электромагнитного излучения лазерного оружия, что основано и работает на различных физических принципах. Рассмотрены возможности их использования для совершенствования средств оптико-электронной разведки вооружения и военной техники с целью повышения ее боевых возможностей и эффективности при использовании по назначению. Указана необходимость использования современного опыта боевых действий на востоке Украины. Рассмотрен принцип действия таких устройств, собранных на использовании эффекта светотражения, который заключается в свойстве оптических систем отражать зондирующие излучения обратно под углом близким к углу падения. Лазерные детекторы оптических систем работают в инфракрасном диапазоне и улавливают отражение зондирующего луча от линзы оптического прицела или другого оптического прибора. Отмечено, что они бывают разные: компактные модели по габаритам напоминают бинокли или лазерные дальномеры, и сканирование ними происходит в ручном режиме. Рекомендуется внедрение принципиально новых концепций по интеграции систем разведки, управления, связи и уничтожения. Предложены направления развития, совершенствования и модернизации средств оптико-электронной разведки, вооружения и военной техники частей и подразделений Вооруженных сил Украины.

Ключевые слова: лазерное излучение, вооружение и военная техника, оптико-электронные средства, болометры, телевизионная матрица, зондирующие излучения, пиксель, детектор.

IMPROVEMENT OF PROTECTION OF OPTO-ELECTRONIC INTELLIGENCE MEANS

A. Chkalov, Yu. Dushkin, M. Galaktionov, V. Mamich

The paper analyzes the existing optical-electronic reconnaissance equipment, suggests ways to protect them from electromagnetic radiation from laser weapons, which is based on and works on various physical principles. The possibilities of their use for improving the means of optoelectronic reconnaissance of weapons and military equipment with the aim of increasing its combat capabilities and effectiveness when used for their intended purpose are considered. The necessity of using the modern experience of military operations in the east of Ukraine is indicated. The principle of operation of such devices assembled on the use of the light reflection effect, which is the property of optical systems to reflect probe radiation back underneath, is considered. angle close to the angle of incidence. Laser detectors of optical systems operate in the infrared range and pick up the reflection of the probe beam from the lens of an optical sight or other optical device. It is noted that they are different: compact models in size resemble binoculars or laser rangefinders, and they are scanned manually. The introduction of fundamentally new concepts for the integration of reconnaissance, command, communications and destruction systems is recommended. The directions of development, improvement and modernization of optoelectronic reconnaissance equipment, weapons and military equipment of units and divisions of the Armed forces of Ukraine are proposed.

Keywords: laser radiation, weapons and military equipment, optoelectronic devices, bolometers, television matrix, probing radiation, pixel, detector.