

Рецензент: О.П. Григор'єв, к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса)

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ НАЗЕМНЫХ БОЕВЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ МАШИН

В.Т. Беликов, С.С. Ковалишин, А.А. Коваль

Представлен анализ перспективных электрических двигателей для наземных безэкипажных машин. Сделан вывод об эффективности применения форсированных электрических двигателей вращательного типа, обращённой конструкции, непосредственно вмонтированных в ободья колёс.

Ключевые слова: наземная боевая робототехническая машина, электрический двигатель, тяговый движитель.

PROSPECTS OF THE ELECTRIC ENGINES FOR UNMANNED GROUND VEHICLES

V.T. Belikov, S.S. Kovalishin, A.A. Koval

The presented analysis of the perspective electric engines for unmanned ground vehicles. Conclusion is made about efficiency of the using forced electric engines rotation type, turned to designs, directly mounted in rim travell about.

The keywords: overland combat robotic machine, electric engine, tractive propeller.

УДК 62-523.8

В.І. Бучка

Військова академія (м. Одеса), Україна

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ШЛЯХІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СПОСТЕРЕЖНИХ ПРИЛАДІВ НІЧНОГО БАЧЕННЯ

В роботі проведений аналіз основних шляхів та перспектив розвитку спостережних приладів нічного бачення. Розглянуто покоління розвитку електронно-оптичних приладів, їх недоліки та переваги. Зроблені висновки щодо розробки шляхів удосконалення приладів нічного бачення.

Ключові слова: прилади нічного бачення, електронно-оптична система, оптика, кратність, інфрачервоне випромінювання, люмінесцентна плівка.

Актуальність задачі. Стратегічна стабільність у світі необхідна всім державам для забезпечення власної безпеки. В повній мірі це стосується й України. Внутрішні економічні та політичні зміни умов, а також зміни в геополітичній сфері світу, накладають відповідні вимоги до створення в Україні якісно нових збройних сил, які будуть відповідати цим вимогам часу. Реформи в збройних силах передбачають розвиток та розробку основних положень теорії озброєння, а також теоретичного обґрунтування розвитку озброєння і військової техніки. Тому досить актуальними в наш час є роботи, спрямовані на розробку системи методик для забезпечення наукових досліджень саме в галузі розвитку нового озброєння і військової техніки.

Бойова готовність збройних сил і бойова ефективність озброєння в значній мірі залежать від якості ведення бойових дій в нічних умовах. Їх показники не повинні погіршуватись при діях в темний час доби. Тому до приладів нічного бачення висуваються досить високі вимоги, адже саме від них залежить якість проведення розвідки та корегування стрільби своєї артилерії в нічних умовах.

Завдання тактико-технічних вимог до електронно-оптичних приладів нічного бачення (ЕОПНБ) та їх елементів являє собою досить складний процес.

Постійно зростаюча складність озброєння та військової техніки (ОВТ) в XXI столітті, підвищення вимог до перспективних зразків та зразків, які модернізуються, скорочення термінів морального старіння приладів не тільки не призводять до зменшення тривалості етапу розвитку, але й скорочують його.

Мета статті. Виходячи з цього, з'являється потреба в створенні та постійному удосконаленні методик, які здатні якісно і в короткий термін сформувані обґрунтовані загальні технічні вимоги, а також вимоги до суто окремих характеристик електронно-оптичних приладів нічного бачення, що створюються або модернізуються на основі існуючих.

Сучасні ЕОПНБ забезпечують дальність нічного бачення танків та інших броньованих машин до 1000-1500 метрів при середній нічній освітленості $3-5 \times 10^{-3}$ лк та високій прозорості повітря. Разом з тим, у порівнянні з дальністю бачення вдень при нормальній сонячній освітленості місцевості така дальність складає 5-6 км на середньо перетятій місцевості європейського театру воєнних дій. Тому можна сказати, що такі характеристики ЕОПНБ не можуть забезпечити в повній мірі досить ефективного ведення військових операцій в нічний час доби. Внаслідок цього виникає гостра необхідність проведення розробок щодо приведення тактико-технічних характеристик ЕОПНБ у відповідність до вимог сучасного загальновійськового нічного бою [1].

Висловлене вище визначає актуальність теми статті, присвяченій обґрунтуванню шляхів удосконалення та модернізації приладів нічного бачення.

Основний матеріал. Труднощі, які виникають перед підрозділами при веденні бойових дій вночі, можна послабити або взагалі усунути різноманітними технічними засобами. Поява і постійне вдосконалення цих засобів підвищило можливості ведення підрозділами бойових дій вночі.

В арміях розвинутих країн світу нічний бій розглядається як звичайний вид бойової діяльності військ. Наприклад, в бойовому статуті бундесверу відмічається: «Нічний час та погіршені погодні умови не повинні впливати на бойові дії військ...». Це пов'язано з тим, що з появою сучасних приладів нічного бачення повністю змінилися погляди на сучасний нічний бій.

Засоби забезпечення нічного бою за своєю дією та характером застосування поділяються на прилади нічного бачення (ПНБ), засоби радіолокаційного спостереження, засоби освітлення та засоби осліплення. За допомогою цих засобів здійснюється розвідка вогневих засобів і сил противника, орієнтування на місцевості і постановка завдань підлеглим вночі, ведеться прицільний вогонь з усіх видів озброєння, керування бойовими машинами з вимкненими фарами.

Прилади нічного бачення різні за будовою і призначенням, але принцип їх роботи в основному однаковий. Всі вони працюють на принципі перетворення невидимого інфрачервоного (ІЧ) освітлення цілі в видиме зображення. До приладів нічного бачення відносяться ІЧ прилади спостереження, ІЧ-приціли, прилади нічного водіння машин.

Розвиток приладів нічного бачення визначається основними завданнями, які стоять перед цією технікою, тобто підвищення дальності дії та ймовірності виявлення і розпізнавання, забезпечення завадозахищеності від різних світлових впливів, що виникають у бойових умовах, зниження малогабаритних характеристик та енергоспоживання від джерел живлення.

Досвід війн і локальних конфліктів останнього часу свідчить про те, що оптико-електронні засоби розвідки та прицілювання являють собою важливіший компонент забезпечення бойових дій як вночі, так і вдень.

Зі створенням пасивних приладів нічного бачення та ліквідацією інфрачервоних прожекторів збройні сили отримали новий клас приладів нічного бачення, які забезпечили можливість рішення ряду тактичних задач з тією ж ефективністю, що і вдень, з одночасним посиленням морального впливу на противника.

Сьогодні пасивні прилади нічного бачення зайняли домінуюче положення в системах озброєння багатьох країн світу та є надійною основою ефективності проведення бойових операцій в нічних

умовах, забезпечуючи можливість прихованого спостереження та розвідки цілей і ведення прицільного вогню з усіх вогневих засобів сухопутних військ і бойових гелікоптерів.

Так, наприклад, конфронтація між Великобританією та Аргентиною за Фолклендські острови стала своєрідною перевіркою ефективності сучасної техніки нічного бачення. Бойові дії, що почалися на морі, закінчилися висадкою британських військ на острови. Як відмічала західна преса, нічна атака повітрянодесантних військ і військ спеціального призначення, які були оснащені приладами нічного бачення та тепловізійними прицілами (не тільки тими, що стояли на озброєнні, але й дослідними зразками) зі всією ясністю показала ефективність ведення бойових дій в нічних умовах. Тобто висока ефективність бойових дій британських військ була забезпечена в основному за рахунок інтенсивного використання приладів нічного бачення.

Яскравим прикладом застосування приладів нічного бачення може виступити операція «Буря в пустелі». Під час стрімкого наступу союзних військ спроби Іраку нанести контрудар звелися до розрізнених боїв окремих частин, дивізій республіканської гвардії. До того ж відбувалися вони, як правило, у нічний час тому, що вдень пересування іракських танків було практично неможливим через панування союзної авіації. Користуючись перевагою в дальності дії тепловізійних систем нічного бачення (на танках Т-55 та Т-72 іракської армії стояли інфрачервоні прилади II-го покоління), американські і британські танкісти в серії нічних боїв нанесли важкі втрати іракським військам. За твердженням американського командування, всього в ході наступу сухопутних військ було знищено 2162 іракських танка, 525 БТР і БМП, 1432 артилерійські системи [2].

Найважливішими характеристиками сучасних приладів нічного бачення є дальність спостереження та кратність збільшення зображення цілі. Так, дальність спостереження приладу в багато чому залежить від природної освітленості місцевості. Також значний вплив вносять природні погодні умови, розмір та характер цілі, фон місцевості. Наприклад, при сильному снігопаді, тумані, дощі або підвищеній вологості дальність виявлення цілі значно зменшується. Разом з тим, чим більше розмір цілі та ступінь її освітленості інфрачервоними променями, тим краще вона виявляється. Негативно на виявлення цілей впливає світло, відбите від Місяця. Воно знижує чіткість зображення цілі та зменшує дальність її виявлення.

Таким чином, вищезазначене дозволяє зробити висновок про те, що у сучасному загальновійськовому бою перевагу буде мати та сторона, яка зможе виконувати бойові завдання вночі настільки ж ефективно, як і вдень. А це можливо тільки тоді, коли бойові підрозділи будуть в достатній мірі озброєні сучасними приладами нічного бачення, які будуть мати достатню дальність дії, високу ймовірність виявлення та розпізнавання цілей, ефективну завадозахищеність від різних світлових впливів в умовах нічного бою, малі масу та габарити, низьке енергоспоживання, надаватимуть бойовим підрозділам високу маневреність дій вночі та підвищать ефективність свого вогню.

В майбутньому з розвитком і вдосконаленням електронної апаратури за допомогою приладів нічного бачення можливо буде не тільки виявляти цілі (об'єкти) противника по контурам, але й спостерігати їх кольорове зображення. Це дуже важливо для розвідки місцевості і отримання більш повних даних про характер об'єкта.

У сучасних бойових діях сухопутних військ прилади нічного бачення відіграють велику роль.

Як свідчать факти ведення бойових дій XX – XXI століття, основний час для ведення бойових дій з найвищою ефективністю – це темний час доби. Для цього були розроблені електронно-оптичні прилади розвідки та водіння, а також нічні приціли. Вони призначені для перетворення невидимого для людини зображення предметів, цілей, елементів дорожньої структури в інфрачервоних променях у зображення, видиме оком людини.

Намагання покращити результати нічної стрільби були започатковані ще під час Першої світової війни, закріпленням на гвинтівці потужного ліхтаря. Але він мав і свій недолік, демаскуючи позицію

стріляць. Та перевагу було віддано невидимій інфрачервоній частині спектру, яка знаходиться в діапазоні хвиль від 0,76 до 5 мкм.

Напрямок подальшого дослідження. Існує два способи, за допомогою яких зображення можна зробити достатньо яскравішим. Перший з них активний – підсвічування місцевості інфрачервоним прожектором. Він реалізовувався на ПНБ «нульового» покоління. Їх використовували до середини 50-х років XX століття. Але вони одразу ж виявили свої недоліки, а саме: випромінювали інфрачервону випромінювання, яку ресетрували звичайним оптичним приладом з введеною в його оптичну схему люмінесцентною плівкою (екраном).

Тому на зміну вищезазначеному способу прийшов інший спосіб використання природної нічної освітленості. Це пасивний безпідсвітний спосіб.

Сьогодні пасивні ПНБ складають домінуючу частину сучасних приладів нічного бачення з використанням ЕОП. Їх основні переваги – прихованість роботи при відносно високій дальності дії. Недоліки – залежність відстані дії від рівня природної нічної освітленості, невисока завадозахищеність (особливо приладів 1-го покоління), вплив на робочі параметри поганих метеорологічних умов [3].

Розвиток та модернізація ПНБ визначаються основними задачами, що стоять перед цією технікою, а саме: підвищення відстані дії та вірогідності виявлення та розпізнавання; забезпечення завадозахищеності та завадостійкості до різних світлових впливів, виникаючих в бойових умовах; зниження масогабаритних характеристик й енергоспоживання.

Таким чином, розвиток й модернізація сучасних приладів нічного бачення може розгортатись за трьома основними напрямками:

а) удосконаленням оптичної системи;

б) застосуванням нових сучасних електронно-оптичних перетворювачів (ЕОП), побудованих за багатомодульним принципом;

в) модернізацією або застосуванням нових допоміжних систем або пристроїв, які конструктивно відсутні у приладі і можуть потенційно і значно покращити тактико-технічні характеристики і експлуатаційну надійність приладів.

Розглянемо зазначені напрямки стосовно можливості вдосконалення існуючих нічних спостережних приладів.

а) Удосконалення оптичної системи. Оптична частина ПНБ складається з об'єктива та окуляра. Основна вимога до об'єктива – це високий рівень світлопропускання у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні. Чисельно воно виражається геометричною світлосилою з ряду 1; 1,4; 2,0; 2,8; 4,0 і т.п. Зі збільшенням числа на одну ступінь об'єктив пропускає світла в два рази менше. Висока світлосила дуже важлива для ПНБ, особливо для приладів I-го та I+ покоління. Погіршення світлосили до значень 2,4-2,8 призводить до того, що незброєним оком людина бачить краще, ніж ПНБ I-го покоління в пасивному режимі. Розробка та виробництво особливо світлосильної оптики з діафрагмовим числом менше 1.5 – дуже складна та дорога задача, що може собі дозволити не кожен виробник. Вартість виготовлення якісної світлосильної оптики впливає й на кінцеву вартість ПНБ.

Інколи, для ПНБ застосовують дзеркально-лінзові об'єктиви. Вони забезпечують ПНБ декілька менший габаритний осьовий розмір, але мають демаскуючий ефект та при інших рівних умовах гіршу світлосилу. Тому в останній час в розвинутих країнах відмовляються від використання дзеркально-лінзових об'єктивів для ПНБ дзеркально-лінзових об'єктивів. Разом з тим, оптичні елементи ПНБ давно і добре відпрацьовані. Існують методики, які дозволяють з необхідною точністю визначати конструктивні параметри оптичної системи.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що параметри приладів визначаються в основному застосованим у ньому електронно-оптичним перетворювачем.

б) Застосування нових ЕОП. Розвиток нічних спостережних приладів пасивного типу йшов разом з розвитком основного елементу нічних приладів – ЕОП. В світі прийнята класифікація за трьома поколіннями (I, II, III) зі ступенями (I+, II+).

Покоління I. ЕОП має скляну вакуумну колбу з чутливістю фотокатода 120 – 150 мА/Лм. В цих ЕОП коефіцієнт посилення світла складає 120 – 900.

Головним недоліком таких ЕОП є те, що чітке зображення спостерігається лише в центрі. Крім того, якщо в поле зору попадають яскраві джерела світла, наприклад, вогонь від вибухів снарядів, мін, ліхтарі, що світяться та інше, то вони можуть засвітити все зображення, перешкоджаючи можливості спостереження.

Через низьке посилення однокаскадні прилади першого покоління дуже критичні до світла. Тільки прилади з добірними ЕОП у сполученні з особливо світлосильною оптикою (фокусне число не більш 1,5) можуть забезпечити прийнятні параметри при спостереженні у вечірній і нічний час доби при наявності 1/4 Місяця на небі. При більш низьких освітленостях необхідне інфрачервоне підсвічування. Прилади деяких виробників I-го покоління мають електронний захист від яскравого світла, що охороняє прилади від засвічування при спалаху світла або при включенні вдень на відміну від більшості приладів у цьому класі.

Для збільшення коефіцієнта підсилення ЕОП іноді послідовно з'єднують два, три і більш виробу, збираючи конструктивно їх в один корпус. Коефіцієнт підсилення світла трьохкаскадного ЕОП складає 20000 – 50000. Однак при з'єднанні сильно збільшується падіння яскравості зображення по краям поля зору. Тому з'єднання більше трьох ЕОП в одному корпусі недоцільне.

Прилади, побудовані на багатокаскадних ЕОП, виходять дуже громіздкими і важкими, тому останнім часом їх практично витиснули малогабаритні прилади I+ і II-го покоління, що мають кращі характеристики.

Покоління I+. Це подальший розвиток ЕОП першого покоління. На вході (іноді на виході) встановлюють замість плоского скла волоконно-оптичну шайбу, яка дозволяє значно збільшити роздільну здатність ЕОП, зменшити перекичування форми предмета і, крім того, захистити зображення від засвічування бічними точковими джерелами світла. Характеристика таких ЕОП: посилення світла близько 1000, чутливість фотокатода хв. 280 мА/Лм, розподільча здатність у центрі хв. 45 штр/мм.

Прилади, побудовані на ЕОП покоління I+, відрізняються від приладів I-го покоління насамперед дуже чіткою і комфортною картинкою, низьким рівнем власних шумів і, як правило, значно більшою дальністю дії в пасивному й активному (при використанні інфрачервоного підсвічування) режимах роботи. На відкритій місцевості прилади ефективні до рівнів освітленості, що відповідають 1/4 Місяця на небі. При більш низькій освітленості необхідна наявність інфрачервоного підсвічування.

Покоління II. Конструктивно ЕОП II-го покоління відрізняється від I+ наявністю спеціального підсилювача електронів – *мікроканальної пластини* (МКП).

Характеристика таких ЕОП – коефіцієнт підсилення світла близько 25000 – 50000, чутливість фотокатода 240 мА/Лм, роздільна здатність у центрі 32 – 35 штр/мм. Ресурс ЕОП складає не менш 1000 – 3000 годин.

Розрізняють два типорозміри ЕОП – із МКП 25 мм і 18 мм. З погляду спостерігача великий типорозмір забезпечує більший комфорт спостереження (як у великий телевізор), але і приводить до трохи великих габаритів приладу.

Покоління II+. В ЕОП цього покоління відсутня розгінна камера, посилення світла близько 25000 – 35000, але чутливість фотокатода досягає величини 600 мА/Лм та зміщена у велику інфрачервону область, роздільна здатність на ЕОП 39 – 45 штр/мм. Ресурс ЕОП складає 1000 – 3000 годин.

Через відсутність розгінної камери ЕОП покоління II+ мають менший коефіцієнт підсилення яскравості, ніж ЕОП покоління II. Однак через різницю в чутливості фотокатода в цих ЕОП і особливо високою чутливістю в інфрачервоному діапазоні, у більшості випадків у прилади II+ покоління видно на відкритій місцевості краще, ніж у покоління II.

Прилади покоління II і II+ мають: автоматичне регулювання яскравості, захист від перевищення загального рівня яскравості, захист від бічних і прямих засвічувань точковими джерелами світла, гарна якість зображення без перекичувань по всьому полю зору.

Ці прилади виконують поставленні перед ними завдання при дуже низьких умовах дійсної нічної освітленості, що відповідають зоряному небу та зоряному небу в легких хмарах.

Покоління III. Відрізняються від ЕОП покоління II+ фотокатодом на основі арсеніду галію, із ще великим зсувом піка чутливості фотокатода у велику інфрачервону область і його величина до 900 – 1600 мА/Лм, роздільна здатність на ЕОП 32 – 64 штр/мм та ресурс до 10000 годин, що в 3 рази більше, ніж ЕОП II-го покоління.

Прилади на базі ЕОП III-го покоління дуже добре працюють в умовах гранично низької освітленості. Картинка в приладі насичена, чітка, з гарним контрастом і проробленням деталей. Єдиний невеличкий недолік – це відсутність захисту від бічних джерел світла, тому що відсутня волоконно-оптична шайба на вході ЕОП.

ЕОП 3-го покоління можуть бути використані і для модернізації ПНБ, що використовують ЕОП 2-го покоління.

Покоління IV. Перспективи розвитку приладів нічного бачення пов'язані із створенням чутливих елементів 4-го покоління. ЕОП 4-го покоління повинен мати спектральну чутливість до 1,5 мкм, роздільну здатність 64 штр/мм, чутливість на довжині $\lambda=10\text{мкм}$ $S>100\text{ мА/Лм}$.

В даний час розроблені ЕОП з фотокатодом, чуттєвим до 1,1 мкм, розроблені мікроканалні і волоконно-оптичні пластини. Чутливими елементами приладів IV-го покоління можуть бути і твердотілі перетворювачі зображення (ТПЗ). Роботи по створенню ТПЗ ведуться і в нашій країні.

На основі нових типів чутливих елементів з'являється можливість створення покоління приладів нічного бачення, які забезпечують підвищення основних технічних параметрів у 1,5–2 рази по дальності дії і по полю зору, і забезпечення роботи протягом усього темного часу доби практично в будь-яких природних умовах, завдяки більш високій (на два порядки) природній нічній освітленості, чим в освоєному діапазоні спектра. Такі прилади забезпечують більш високу завадозахищеність, тому що більшість світлових перешкод має спектр випромінювання у видимій і ближній ІЧ-області спектру ($\lambda < 0,9\text{ мкм}$).

Аналіз порівняльних характеристик зовнішніх умов свідчить про те, що розвиток ПНБ повинний здійснюватися за рахунок освоєння області спектра до 2 мкм. Саме в цьому напрямку ведеться робота зі створення перетворювача четвертого покоління.

Питання впровадження допоміжних пристроїв, які потенційно можуть підвищити ефективність застосування оптико-електронних приладів, будуть розглянуті в наступному розділі.

Висновки. 1. У сучасних бойових діях прилади нічного бачення відіграють велику роль. Вони призначені для підвищення ефективності ведення бойових дій у нічний час, розвідки, спостереження за полем бою, коректування вогню та забезпечення виконання інших завдань, які ставляться перед військами під час ведення бойових операцій у нічний час. Оптико-електронні прилади нічного бачення завдяки таким властивостям, як прихованість дії, пасивний характер спостереження, уявляють надійну основу ефективного забезпечення ведення бойових дій в нічних умовах. Тобто ефективне застосування ПНБ забезпечує досягнення успіху у сучасному нічному загальновійськовому бою.

2. Укомплектованість механізованих підрозділів України поступається аналогічним армійським підрозділам провідних країн світу по всім показникам, у тому числі і по кількості СПНБ більше, ніж у два рази. До того ж, прилади нічного бачення, які знаходяться на озброєнні в Збройних Силах України, поступаються відповідним зразкам іноземних армій по ряду характеристик, особливо таким як відстань дії, поле зору та вага. В найближчому майбутньому вони не зможуть відповідати вимогам, які ставляться до сучасних ПНБ. Обмеження ефективності ведення бойових дій вночі та при поганій видимості пояснюється недостатніми можливостями приладів, що забезпечують спостереження цілей та ведення по ним влучного вогню, а також труднощами матеріального порядку, які перешкоджають широкому озброєнню усіх родів військ новими приладами. Разом з тим,

необхідно розробляти нові ПНБ або модернізувати існуючі, щоб вони відповідали сучасним вимогам загальновійськового бою. Зрозуміло, що розробка нових приладів потребує великих коштів і довгострокових випробувань, тому необхідно звернути увагу на удосконалення (модернізацію) приладів, які знаходяться на озброєнні.

3. Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що удосконалення сучасних спостережних приладів нічного бачення може розгортатись за трьома основними напрямками: удосконалення оптичної системи; застосування нових сучасних електронно-оптичних перетворювачів, побудованих за багатомодульними принципами; модернізація або застосування нових допоміжних систем або пристроїв, які конструктивно відсутні у приладі і можуть потенційно і значно покращити тактико-технічні характеристики і експлуатаційну надійність приладів. Конструктивне впровадження таких пристроїв може значно підвищити ефективність функціонування нічних спостережних приладів.

4. В ході пошуку найбільш перспективного напрямку модернізації СПНБ типу ННП-21, був обраний напрямок, який вимагає мінімального вкладення коштів та витрат часу, а саме удосконалення ПНБ шляхом модернізації принципової електричної схеми та впровадження в конструкцію приладу додаткового пристрою – світлозахисного пристрою (СЗП) у вигляді автоматичного пристрою захисту від засвічування. Така модернізація веде до значного підвищення ефективності застосування та експлуатаційної надійності нічного приладу.

5. При порівнянні зазначених в роботі типів СЗП слід відмітити, що найкращі показники мають досить сучасні та перспективні механізми автоматичного типу. Прилад, розроблений з включенням цього пристрою в склад принципової електричної схеми, має невеликі розміри і є достатньо ефективним. Маючи високу швидкодію, автоматичний пристрій захисту від засвічування надає змогу збільшити терміни експлуатації ПНБ, а саме ННП-21. Крім того, він збільшує ефективність спостереження за полем бою в умовах ведення сучасного загальновійськового бою.

Список використаних джерел

1. Приборы наблюдения ночью и в ограниченной видимости / Орлов М.О., Петров А.В. – М.: Машиностроение, 1988. – 353с.
2. Приборы наблюдения наземной артиллерии / Соколов А.А., Хоренков К.В. – Пенза, ПВАИЦ, 1980. – 180 с.
3. Проектирование электронных приборов, оптико-электронных приборов / Ахметметиев М.А., – Новосибирск, Институт Инженеров, 1987. – 180с.

Рецензент: О.І. Кравчук, к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПУТЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПРИБОРОВ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

В.И. Бучка

В работе проведен анализ основных путей и перспектив развития наблюдательных приборов ночного видения. Рассмотрены поколения развития электронно-оптических приборов, их недостатки и преимущества. Сделаны выводы по разработке путей совершенствования приборов ночного видения.

Ключевые слова: приборы ночного видения, электронно-оптическая система, оптика, кратность, инфракрасное излучение, люминесцентная пленка.

ANALYSIS OF MAJOR ROUTES AND PROSPECTS OF SUPERVISORY NIGHT VISION

V.I. Buchka

This paper analyzed the basic ways and perspectives of observation of night vision devices. We consider generation of electron-optical devices, their advantages and disadvantages. Conclusions to develop ways to improve night vision.

Keywords: night vision, electro-optical systems, optics, frequency, infrared light, luminescent film.