

УДК 621.384.3

М.В. Коробчинський, М.М. Руденко

Об'єднаний інститут при Національній академії оборони України, Київ

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ПІДРОЗДІЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Сучасний етап розвитку оптико-електронної апаратури характеризується високою технологічністю при створенні приймачів випромінювання, надійністю використання в складних атмосферних умовах, можливістю передачі та збереження результатів її застосування. Винятковий інтерес з точки зору проведення заходів в умовах недостатньої освітленості та обмеженості відстані спостереження (за рахунок атмосферних завад та складних погодних умов) викликають інфрачервоні технічні засоби. Застосування більшості видів зброї у нічний час істотно обмежується (знижуються видимість і дальність виявлення об'єктів спостереження, ускладнюються пересування і орієнтування, погіршується організація і управління операцією навіть в рамках одного підрозділу). В умовах обмеженої видимості в денний час і вночі суттєвою перевагою володіють підрозділи, оснащені сучасними інфрачервоними технічними засобами, які в свою чергу можна розглядати за трьома класами: тепловізори, прилади нічного бачення, фото- та відеоапаратура. У статті розглядаються особливості застосування інфрачервоних технічних засобів в рамках проведення спостереження в темряві та по тепловому випромінюванню об'єктів.

Ключові слова: *спостереження в темряві та по тепловому випромінюванню (СТТВО), інфрачервоні технічні засоби (ІЧ ТЗ), прилад нічного бачення (ПНБ), тепловізор, фото- та відеоапаратура, дешифрування.*

Вступ

Постановка проблеми. Бойові дії в сучасних локальних війнах і військових конфліктах [6-7] характеризуються високою динамікою і прагненням протиборчих сторін використовувати для проведення операцій будь який час доби. При виконанні завдань (спеціальних операцій), які проводять військові підрозділи, підрозділи спеціального призначення, сили підтримки правопорядку і служби безпеки. Нерідко використовується нічний час доби, що забезпечує раптовість і скритність їхнього проведення. Однак реалізація цих дій пов'язана з деякими обмеженнями, що впливають на дії людей, застосування технічних засобів (ТЗ), транспорту і зброї.

У нічний час істотно обмежується видимість і дальність виявлення об'єктів спостереження, знижуються можливості по оцінці кольору і конфігурації об'єктів і місцевих предметів [1, 3-5], ускладнено пересування і орієнтування, погіршується організація і управління операцією навіть в рамках одного підрозділу, знижується ефективність застосування більшості видів зброї. В умовах обмеженої видимості в денний час і вночі

суттєвою перевагою володіють підрозділи, оснащені сучасними інфрачервоними (ІЧ) ТЗ.

До таких засобів можна віднести: освітлювальні і світлосигнальні пристрої, електронні прилади сигналізації, прилади нічного бачення і тепловізори. ІЧ ТЗ застосовують для отримання інформації про об'єкти спостереження в нічний час або в умовах обмеженої дальності видимості.

Серед сучасних галузей застосування оптико-електронних пристроїв винятковий інтерес викликають термографічні [1, 3, 5-9], насамперед завдяки тому, що вони забезпечують значне розширення можливостей людини спостерігати і досліджувати картину навколишнього світу в раніше недоступній для його зору інфрачервоній області спектра. Це здійснюється шляхом перетворення теплового випромінювання в електричний сигнал, що піддається посиленню й автоматичній обробці, після чого зазначений сигнал перетворюється у видиме зображення об'єкта для його візуального виявлення і розпізнавання.

Одним з напрямів використання тепловізійної апаратури слід зазначити використання її в якості корисного навантаження безпілотних літальних апаратів під час виконання завдань цілевказання, контролю ураження цілей та спостереження об'єктів

розвідки [6-7, 9]. Що в свою чергу пов'язано із зменшенням габаритних розмірів (розвиток технології створення) неохолоджуваних елементарних датчиків тепловізійних систем.

Необхідно зазначити особливості візуалізації інфрачервоного зображення об'єкта і відповідні складності щодо його дешифрування, які в свою чергу вимагають створення бази даних (сигнатури об'єкта). Що в свою чергу дозволить забезпечити можливість автоматизованої обробки цифрової інформації у реальному часі.

Мета статті. Стрімкий розвиток технологій створення приймачів випромінювання, велике розмаїття їх реалізацій [2] і прикладного застосування вимагають від користувача чіткого усвідомлення можливостей ІЧ ОТЗ, їх ключових параметрів і характеристик (потенціальний вплив на результат застосування), цінової політики, переваг і недоліків класів апаратури при вирішенні певних завдань. Саме тому існує необхідність порівняння класів сучасної апаратури СТТВО в рамках аналізу її застосування у військових конфліктах, проведення спеціальних операцій та потенціальних можливостей реалізації заходів спостереження та безпеки.

Виклад основного матеріалу

Розширення діапазону зору людини з метою візуалізації недоступної для його очей інформації є одною з найважливіших і важких задач. Проблема спостереження в умовах низької освітленості та у повній темряві вже давно набула особливої актуальності, наукові дослідження в цій області постійно стимулюються потребами військової діяльності, а результати виробництва техніки нічного бачення в значній мірі визначаються рівнем економіки та існуючих технологій країн – виробників цієї продукції.

Досягнення в сфері розвитку оптикоелектроніки особливо в останні десятиріччя, сприяли появі сучасних методів конструювання і технологій виробництва пристроїв нічного бачення. Пристрої, що використовують приймачі випромінювань з електронно-оптичними перетворювачами слабо освітлених зображень об'єктів і місцевості, знаходять широке застосування на озброєнні армій розвинених країн, ними оснащуються правоохоронні органи, підрозділи спеціального призначення і служби безпеки.

Досягнення в освоєнні інфрачервоного діапазону електромагнітного спектру призвели до створення різноманітної інформаційної апаратури цього діапазону і, зокрема тепловізорів – пристроїв, призначених для візуалізації і контролю об'єктів за їх власним тепловим випромінюванням.

Інтерес фахівців до технологій і техніки спостереження у темряві та по тепловому випромінюванню об'єктів (СТТВО) постійно зростає. В даний час існує велика кількість робіт, в яких розглядаються різні аспекти теорії, побудови і застосування різних видів пристроїв нічного бачення. В переважній більшості з них містяться теоретичні матеріали або розглядаються аспекти практичного застосування пристроїв у різних галузях промисловості, медицини, наукових дослідженнях, при забезпеченні спостереження і охорони об'єктів тощо. На жаль, дуже мало вітчизняних видань технічної і спеціальної літератури, що мають військову спрямованість і досліджують один з перспективних напрямків оптикоелектроніки – проблеми візуалізації фотонних і теплових (інфрачервоних) зображень об'єктів спостереження. Нова інформація на цю тему, що з'являється в зарубіжній літературі, періодичних виданнях, рекламних повідомленнях фірм вимагає систематизації, узагальнення і аналізу.

Діапазон роботи інфрачервоних оптикоелектронних систем складає межі від 0,76 мкм до 1 мм (рис. 1) – прилади нічного бачення на основі електронно-оптичного перетворювача та інфрачервоні термографічні системи (тепловізори), призначені для спостереження за тепловими полями і перетворення їх у видимий аналог. Аналогом таких систем є телевізійні системи, які працюють у видимому діапазоні спектру та надають інформацію у звичайному для сприйняття вигляді. Тепловізійне зображення утворюється головним чином за рахунок власного випромінювання та різниць у випромінювальній здатності об'єктів спостереження.

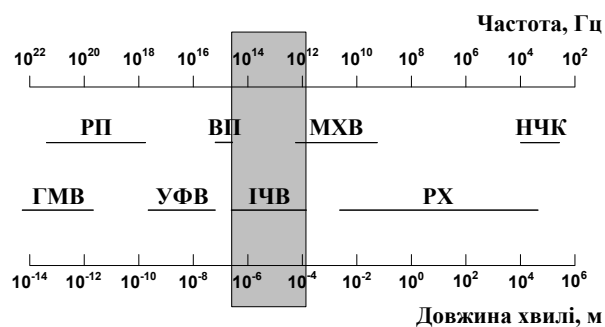


Рис. 1. Діапазон інфрачервоного випромінювання

Тепловізори

Тепловізори ефективно працюють в областях спектру з довжинами хвиль випромінювання 3,5 ... 5 та 8 ... 14 мкм. Більш переважним є діапазон 8 ... 14 мкм, в якому відбувається найбільш інтенсивне випромінювання променевої енергії об'єктів, які знаходяться при атмосферній

температурі, або близькі до неї. Крім того у цьому спектральному діапазоні знаходиться вікно прозорості атмосфери, перепуск електромагнітного випромінювання через яке відбувається з найменшими втратами. Тому відзначною здібністю тепловізорів є можливість їх використання цілодобово, в складних погодних умовах.

Всі тіла, розігріті до визначеної температури, випромінюють електромагнітні хвилі. У загальному випадку потік променевої енергії залежить від температури об'єкту, а також випромінювальної та відбивної здатності його поверхні. Для характеристики теплового поля користуються значенням ефективної температури поверхні, котра дорівнює температурі абсолютно чорного тіла, яке створює еквівалентний променевий потік.

Інфрачервоне випромінювання об'єктів несе інформацію про їх розміри, форму, місце знаходження у просторі, а також про діючі в об'єктах процеси.

Загальною задачею тепловізорів є перетворення невидимого ІЧ випромінювання теплоконтрастних об'єктів у площині спостереження в аналог видимого зображення на екрані індикатора для їх виявлення, розпізнавання та ідентифікації (дешифрування).

Якщо теплове зображення формується за рахунок власного випромінювання об'єктів та полів маючих різний розподіл температури та коефіцієнта випромінювання, воно суттєво відрізняється від свого аналога у видимій області спектру. Наприклад, теплове зображення не має тіней, що ускладнює просторове сприйняття об'єктів. Окрім того, для більшості об'єктів та полів відсутня кореляція між коефіцієнтом відбиття, температурним тілом, і коефіцієнтом випромінювання, що обумовлює формування різних зображень у телевізійних та тепловізійних системах. Так теплове поле звичайно відповідає формі та розмірам об'єкту, що дозволяє дешифрувати об'єкти за їх контурами.

Одним з найбільш ефективних напрямів спостереження об'єкту є побудова оптичного зображення та наступне вивчення його інформативних властивостей. Історично та фізіологічно таке ствердження базується на факті отримання людиною 90...95% інформації про навколишнє середовище саме завдяки особистому зоровому апарату. Можливість інструментальної побудови зображення не тільки в світловому діапазоні довжин хвиль, що притаманний зору людини, але і в інфрачервоній, ультрафіолетовій чи змішаних областях спектру електромагнітного випромінювання ще більше поширює можливості з

отримання необхідної інформації про об'єкт спостереження.

Тепловізійні прилади (комплекси) у військовій справі можуть знаходити застосування:

при забезпеченні прихованих спостережень і розвідки на місцевості, водянній поверхні, у приміщеннях при дуже низькому рівні освітленості, у тому числі в повній темряві;

для забезпечення прицілювання і ведення стрільби;

для контролю пересування особового складу й автотранспорту своїх військ і противника;

при виконанні робіт, пов'язаних з відстеженням теплових слідів ракет і інших літальних апаратів;

для пошуку в нічних умовах чи повній темряві екіпажів, окремих пілотів і пасажирів літаків (гелікоптерів), збитих противником чи тих, що потрапили в аварію;

для забезпечення спостереження й охорони військових і промислових об'єктів, складів і т.п.

Для забезпечення деяких спеціальних задач тепловізійна техніка може застосовуватися з метою:

визначення наявності прихованих (замаскованих) "теплих" об'єктів: людей, автомашин тощо;

дистанційного виявлення зброї і вибухівки, що заховані в одязі людей;

перебування вибухових пристроїв, що знаходяться у включеному стані і виділяють при цьому тепло;

виявлення схованок та прихованих об'єктів у стінах, під землею і т.п.;

пошуку слідів перебування людей, техніки й інших об'єктів, що випромінюють тепло, на відкритій місцевості й у приміщеннях;

оцінки часу дій подій за характером залишених теплових слідів;

перевірки психологічного стану людини і т.д.

До основних недоліків тепловізорів варто віднести:

значну залежність якості зображення від температурних контрастів об'єкта і фона;

слабку деталізацію зображення і його специфічний характер;

деякі типи тепловізорів вимагають у роботі низькотемпературне (криогенне) охолодження;

не можуть працювати в умовах деяких видів туману, в них важко визначити лінію обрису, а іноді й оточуюче середовище;

не здатні точно вимірювати дальність до об'єкта;

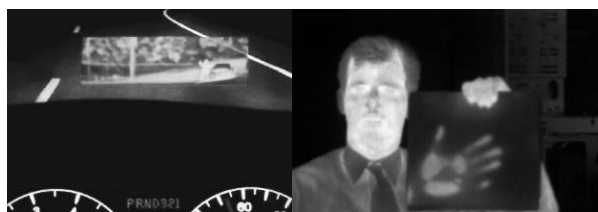
складність конструкцій і висока вартість.

Приклади реалізації тепловізійної апаратури наведені на рис. 2.



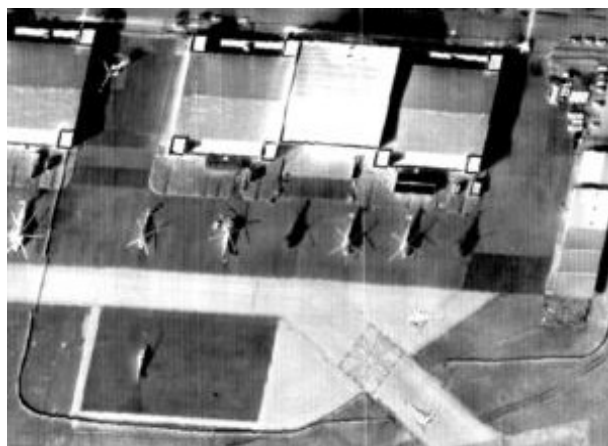
Рис. 2. Приклади реалізації сучасних тепловізорів

Приклади тепловізійних зображень наведено на рис. 3.



а)

б)



в)

Рис. 3. Приклади тепловізійних зображень:

- а) автомобільний тепловізор (дальність дії 100 м.);
 б) використання скляної поверхні при спостереженні в інфрачервоному діапазоні (слід, людина, екранування);
 в) аерофотозйомка (теплові тіні від гелікоптерів)

Прилади нічного бачення

Прилади нічного бачення застосовують в основному для виявлення об'єктів, що відбивають випромінювання джерел підсвічування (Місяць, зірки, спеціальні джерела оптичного випромінювання, що збільшують природну

освітленість у деякій спектральній області, вибраній згідно зі спектральною чутливістю приймача).

Оптико-електронні пристрої нічного бачення (ПНБ), що використовують приймачі випромінювання фотоемісійного типу на основі електронно-оптичного перетворювача (ЕОП), представлені великим розмаїттям приладів різного призначення (рис. 4), найбільш поширені з них – індивідуальні: ручні прилади спостереження, монокулярні нічного бачення, біноклі і біноклярні системи, нічні приціли, прилади нічного водіння, авіаційні прилади нічного бачення (які не є елементами бортових комплексів і систем).

До сучасних ПНБ пред'являються високі вимоги щодо забезпечення:

необхідної дальності дії (видимості) при визначених нічних умовах роботи;

високої роздільної здатності, необхідної для ефективного виявлення і розпізнавання об'єктів, що спостерігаються, виділення їх детальних характеристик;

скритності ведення робіт;

завадозахищеність від яскравих джерел світла;

необхідних габаритних розмірів і маси приладів.

Дальність дії ПНБ залежить від конструкції і характеристик конкретних видів приладів, а також умов їхнього застосування.

У значній мірі дальність дії ПНБ залежить від оптико-електронних і конструктивних характеристик їх електронно-оптичних перетворювачів, чутливості, роздільної здатності, діаметра і фокусної відстані об'єктива. На дальність дії суттєво впливають: розміри і характеристики об'єктів спостереження, ступінь природної нічної освітленості, контрастність об'єктів на фоні оточуючого середовища.

При підвищеній освітленості (у місячну чи зоряну ніч або за наявності освітлювання цілей чи місцевості) дальність дії ПНБ значно зростає.

Перешкоди ПНБ створюють освітлювальні засоби, багаття, пожежі, спалахи пострілів, що потрапляють в поле їх зору, а також відбиті від місцевих предметів промені, створювані різними джерелами світла. Для створення нормальних умов спостереження ПНБ (запобігання виходу їх з ладу) при впливі сильних джерел світла застосовуються пристрої захисту: діафрагми, механізми світлофільтрів, пристрої автоматичного регулювання яскравості й ін.

В більшості випадків технічна реалізація приладів нічного бачення на основі ЕОП не передбачає збереження інформації на носії (тобто реалізовано тільки датчик сигналу). Але в багатьох з них реалізовано можливість механічного з'єднання

із фото- та відеоапаратурою з метою реєстрації статичних або динамічних зображень об'єкта спостереження.



Рис. 4. Приклади технічної реалізації ПНБ (монокуляр, біноклярна система, модульний комплект монокулярної системи)

Приклади зображень, отриманих за допомогою ПНБ, наведено на рис. 5.



Рис. 5. Приклади зображень, які отримані за допомогою ПНБ

Застосування фото- та відеоапаратури в умовах низького освітлення

На сьогодні існує кілька способів сумісного використання ПНБ з фото- та відеоапаратурою: використання оптики перенесення зображення (недоліки: зменшення роздільної здатності, контрасту і загальної енергетики, збільшення габаритів), використання прижимних механізмів з приймачем випромінювання (необхідність використання імпульсного блока керування ЕОП для забезпечення необхідної витримки – збільшення маси і енергоспоживання), застосування кільцевих

адаптерів під штатний об'єктив (погіршення якості, енергетичні втрати).

Більш технологічним напрямом є з'єднання ПНБ з цифровою фото- та відеоапаратурою, що дозволяє отримати зображення об'єкта спостереження на електронних носіях. Приклади технічної реалізації зазначеного напрямку наведено на рис. 6.



Рис. 6. Приклади технічного поєднання фото та відеоапаратури з ПНБ

Розширений динамічний діапазон роботи приймачів випромінювання фото та відеоапаратури в ближній інфрачервоній зоні спектра надає можливість виявляти активні джерела зазначеної зони (рис. 7).

Але слід відмітити обмежені можливості фото та відеоапаратури щодо спостереження у темряві.

Для вирішення цього питання використовуються спеціалізовані відеокамери високої світлочутливості з додатковими джерелами підсвічування (рис. 8).

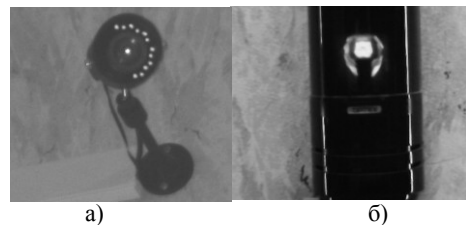


Рис. 7. Приклади зображень активних джерел інфрачервоного випромінювання, що можуть бути отримані за допомогою фото- та відеоапаратури: а) інфрачервоне підсвічування камери спостереження; б) інфрачервоний промінь активного датчика охоронної сигналізації; в) інфрачервоний канал зв'язку ноутбука



Рис. 8. Приклад реалізації активно-імпульсної нічної відеокамери (світлочутливість – 10^{-4} ; потужність випромінювання імпульсного лазерного освітлювача – 10 Вт на довжині хвилі 0,85 мкм; максимальна відстань спостереження – 100 м)

В рамках порівняння можливостей інфрачервоних засобів наведемо приклад камери спостереження з інфрачервоним підсвічуванням, знятої різними класами ІЧ ОТЗ (рис. 9).

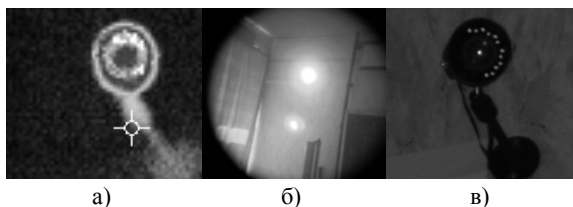


Рис. 9. Приклади зображення камери спостереження з інфрачервоним підсвічуванням, що були отримані за допомогою: а) тепловізора; б) приладу нічного бачення; в) фотоапаратури

Висновки

1. Використання тепловізорів дозволяє здійснювати приховане спостереження за об'єктом незалежно від умов освітленості із визначенням температури поверхні об'єкту без безпосереднього контакту з ним.

Використання відбивних поверхонь з одного боку дозволить проводити приховане спостереження за об'єктом, з іншого боку забезпечить екранування випромінювання тепла з метою пересування, прихованого від тепловізійної апаратури спостереження. При чому розрізнення (температурне, просторове) при спостереженні із використанням відбивних поверхонь суттєво знижується.

Окрім цього екраном від спостереження можуть бути вибрані об'єкти, температура яких перебільшує температуру об'єкта спостереження.

Суттєвою відмінністю є можливість спостереження теплового сліду від об'єкта розвідки, причому час існування такого сліду буде залежити від матеріалу, ступеня нагріву, зовнішньої температури.

2. Використання ПНБ дозволяє здійснювати приховане спостереження за об'єктом в умовах недостатньої освітленості але їх використання в умовах атмосферних завад (димка, туман, дощ, снігопад і т.ін.) є недоцільним. В якості завади може бути використане джерело світла (навіть слабопотужне, наприклад – ліхтар).

Використання інфрачервоних підсвітлювачів збільшує загальну відстань використання ПНБ. Але є сильною демаскуючою ознакою.

Використання ПНБ без світлофільтра в умовах опромінення джерелом світла призведе до виведення приладу з ладу, або часткового припинення його роботи.

3. Використання фото- та відеоапаратури дозволяє виявляти джерела інфрачервоного випромінювання ближньої зони (ІЧ канал зв'язку, ІЧ підсвічування відеокамер спостереження, активні ІЧ засоби сигналізації). Використання активно-імпульсної відеоапаратури передбачає використання джерела підсвічування – ІЧ лазера, що в свою чергу може демаскувати її місцезнаходження.

Поєднання ПНБ з фото- та відеоапаратурою призводить до загального зниження роздільної здатності.

Список літератури

1. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение / Ж. Госсорг; [Пер. с франц.]. – М.: Мир, 1988. – 416 с.
2. Приймачі інфрачервоного випромінювання: ДСТУ 2958 – 94. – К.: Держстандарт України. – 87 с.
3. Жуков А.Г. Тепловизионные приборы и их применение / Жуков А.Г., Горюнов А.Н., Кальфа А.А.; [Под ред. Девяткова Н.Д.]. – М.: Радио и связь, 1983. – 168 с.
4. Криксунов Л.З. Справочник по основам ИК техники / Л.З. Криксунов. – М.: Сов. Радио, 1978. – 400 с.
5. Ллойд Дж. М. Системы тепловидения / Дж. М. Ллойд; [Пер. с англ.]. – М.: Мир, 1978. – 414 с.
6. Мосов С. Аэрокосмическая разведка в современных военных конфликтах / С. Мосов. – К.: «Румб», 2008. – 248 с.
7. Мосов С. Беспилотная разведывательная авиация стран мира: история создания, опыт боевого применения, современное состояние, перспективы развития / С. Мосов. – К.: «Румб», 2008. – 160 с.
8. Падалко Г.А. Тепловизоры: Справочник / Г.А. Падалко. – К.: Техника, 1987. – 166 с.
9. Ребрин Ю.К. Оптико-электронное разведывательное оборудование летательных аппаратов / Ю.К. Ребрин. – К.: КВВАИУ, 1988. – 450 с.

Надійшла до редакції 15.04.2009 р.

Рецензент: доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки та техніки України О.А. Машков, Вища атестаційна комісія України.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК

М.В. Коробчинский, М.М. Руденко

Современный этап развития оптико-электронной аппаратуры характеризуется высокой технологичностью при разработке приёмников излучения, надёжностью применения в сложных атмосферных условиях, возможностью передачи и сохранения результатов её применения. С точки зрения проведения мероприятий в условиях недостаточной освещённости и ограниченности дальности наблюдения объекта наибольший интерес вызывают инфракрасные технические средства. Использование большинства видов вооружения в ночное время сильно ограничивается (уменьшается видимость и дальность выявления объектов наблюдения, усложняются передвижение и ориентирование, ухудшаются организация и управление операцией даже в рамках одного подразделения). В условиях ограничения видимости в дневное и ночное время существенным преимуществом владеют подразделения, оснащённые современными инфракрасными техническими средствами, которые в свою очередь можно рассматривать совокупностью трёх основных классов: тепловизоры, приборы ночного видения, фото- и видеоаппаратура. В статье рассматриваются особенности применения инфракрасных технических средств в рамках проведения наблюдения в темноте и по тепловому излучению объектов.

Ключевые слова: наблюдение в темноте и по тепловому излучению (НТТИ), инфракрасные технические средства (ИК ТС), прибор ночного видения (ПНВ), тепловизор, фото- и видеоаппаратура, дешифрование.

APPLICATION OF INFRA-RED FACILITIES FOR SOLVING TASKS OF THE SPECIAL OPERATIONS UNITS OF LAND FORCES

M.V. Korobchynskiy, M.M. Rudenko

The contemporary stage of development of optical-electronic equipment is characterized by high processability during the creation of receivers of radiation, reliability of use in difficult atmospheric conditions, possibility of transmission and saving results of its implementation.

The main interest from the point of view of conducting actions in conditions of insufficient luminosity and limited visual supervision (due to atmospheric hindrances and difficult conditions of weather) is caused by infra-red technical devices. The use of the weapon at night is limited (visibility and distance of exposure of objects are decreased, movement and orientation is complicated, organization and coordination of an operation deteriorates even within the framework of one group). In the conditions of limited visibility in day time and at night considerable advantage is gained by a group which is equipped with modern infra-red devices that can be observed as set of three classes: devices for determination of thermal radiation, devices for night vision, photo and video devices.

In this article the special implementation of infra-red devices for exposure of objects at darkness and by thermal radiation is observed.

Keywords: supervision in darkness and thermal radiation (SDTR), infra-red devices (IR D), device for night vision (DNV), thermal vision, photo and video devices, deciphering.

УДК 621.396, 519.2

А.О. Левченко, В.А. Багінський

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

МОДЕЛІ ЩІЛЬНОСТІ ІМОВІРНОСТІ, ЩО ПОБУДОВАНІ ЗА ГІСТОГРАМАМИ РОЗПОДІЛУ ОБ'ЄКТІВ РОЗВІДКИ ДЛЯ РІЗНИХ ВИДІВ БОЮ

Розглянуто щільність розподілу об'єктів розвідки іноземних держав та можливості розвідувальних органів щодо їх виявлення. Показано, що розрахунки імовірності виконання завдань розвідувальним органом, де щільність об'єктів розвідки розподілена за нормальним законом Гауса стає окремим випадком для умов здійснення сторонами позиційної оборони. Проведено апробацію методу апроксимації щільностей розподілу ймовірностей випадкових величин багатомодового вигляду.

Ключові слова: об'єкти розвідки, розвідувальний орган, закон розподілу, щільність розподілу, бойові порядки.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Інтенсивний розвиток

систем озброєння і військової техніки, поява великої кількості нових, перспективних, високоточних засобів ураження вносить зміни в тактику дій підрозділів сухопутних військ (наземних сил) іноземних держав. У відповідності до цього змінюється і побудова бойових порядків.