

Розглядаються основні характеристики приладів нічного бачення і тепловізорів, а також особливості їх використання як засобів ведення нічного спостереження.

УДК 621.384.3

Ю. П. Мисюк, канд. техн. наук
*Науково-дослідний інститут
 Державної прикордонної служби
 України*

ЕФЕКТИВНІ ЗАСОБИ ВЕДЕННЯ НІЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Вступ. Одним з основних завдань національної безпеки є захист державних кордонів. Але виявити порушника або контрабандиста в повній темряві або в несприятливих погодних умовах – складне завдання. На сьогоднішній день жоден засіб або система безпеки не дає стовідсоткового захисту від протиправних дій або природних катаклізмів. З метою мінімізації ризиків, пов'язаних з безпекою об'єкту, системи технічної безпеки створюються як комплекс підсистем різного призначення. Так, в більшості об'єктів, що вимагають високого ступеня захисту, зазвичай встановлюються системи контролю доступу, охоронної сигналізації та відеоспостереження. Зараз вже існує велика кількість можливостей по інтеграції цих систем в єдиний комплекс під управлінням спеціалізованого програмного забезпечення.

У сучасній спецтехніці широко використовуються прилади нічного спостереження для роботи у сутінках і вночі. До них відносяться прилади нічного бачення на базі електронно-оптичних перетворювачів (ЕОП), низькорівневі телевізійні прилади спостереження, активно-імпульсні прилади нічного бачення, тепловізійні і комбіновані прилади спостереження [1]. З метою визначення ефективності застосування приладів нічного спостереження розглянемо основні характеристики і особливості застосування основних з них.

Основна частина. Для проведення спецоперацій необхідні ефективні прилади нічного бачення (ПНБ) [2]. Вони забезпечують спостереження у сутінках, вночі, а у ряді випадків – також і при зниженій прозорості атмосфери (серпанок, туман, дощ, снігопад та ін.). При цьому часто виникають ситуації, коли руки оператора мають бути вільні (наприклад, при проведенні рятувальних робіт, антитерористичних акцій, при десантуванні, при необхідності водіння транспортних засобів та ін.). Для виконання даної умови ПНБ має бути встановлений на голові оператора. При цьому можливе виконання наголовних ПНБ у вигляді:

- окулярів нічного бачення;
- низькорівневої телевізійної системи;
- тепловізійного приладу;
- нашлемного комбінованого приладу.

Окуляри нічного бачення як наголовного ПНБ історично з'явилися першими. При цьому розрізняють бінокулярні і псевдобінокулярні окуляри нічного бачення [2]. Бінокулярні окуляри складаються з двох ідентичних нічних каналів під праве і ліве око оператора (рис. 1, а). Кожен канал складається з об'єктиву 1, електронно-оптичного перетворювача (ЕОП) 2 [1] і окуляра 3 (рис. 1, б). В окулярах забезпечується плавне регулювання відстані між зіницями очей (базис очей). У деяких моделях таке регулювання відсутнє, а можливість спостереження операторами з різними базами очей забезпечується за рахунок великих діаметрів вихідних зіниць окуляра, що становить 12–13 мм, тоді як максимальний діаметр зіниці ока не перевищує 8 мм. В окулярах будь-яких видів забезпечується діоптрійне наведення окулярів, а також перефокусування об'єктивів з кінцевої відстані найкращого зору (0,25 м) до

безкінечності. Таке перефокусування необхідне для спостереження як віддалених, так і довоколишніх об'єктів (наприклад, карти місцевості, інструменту для ремонту, панелі приладів).

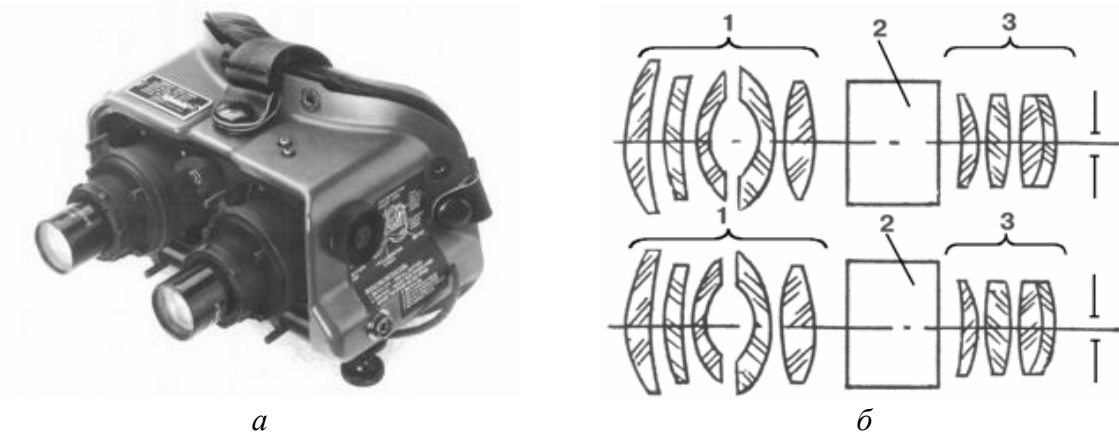


Рис. 1 - Бінокулярні окуляри нічного бачення, де:
а – зовнішній вигляд; б – оптична схема.

Окуляри кріпляться до лицьової маски, яка у свою чергу вмонтовується на голові за допомогою ремінного наголовника з регульованими розмірами. Бінокулярні окуляри забезпечують стереоскопічний ефект, що зручно для водіння транспорту. У зв'язку з цим слід зупинитися на різновидах таких приладів – окулярів нічного бачення для пілота [2–4] (рис. 2, а). Відмітною особливістю таких окулярів є їх кріплення не до лицьової маски, а до шлему пілота (рис. 2, б). При цьому конструкція окулярів забезпечує регулювання їх положення по відношенню до обличчя оператора в межах шести ступенів свободи. Для забезпечення катапультивання конструкція вузла кріплення окулярів передбачає можливість їх швидкого скидання. Крім того, передбачена можливість відкидання окулярів з робочого положення в неробоче.

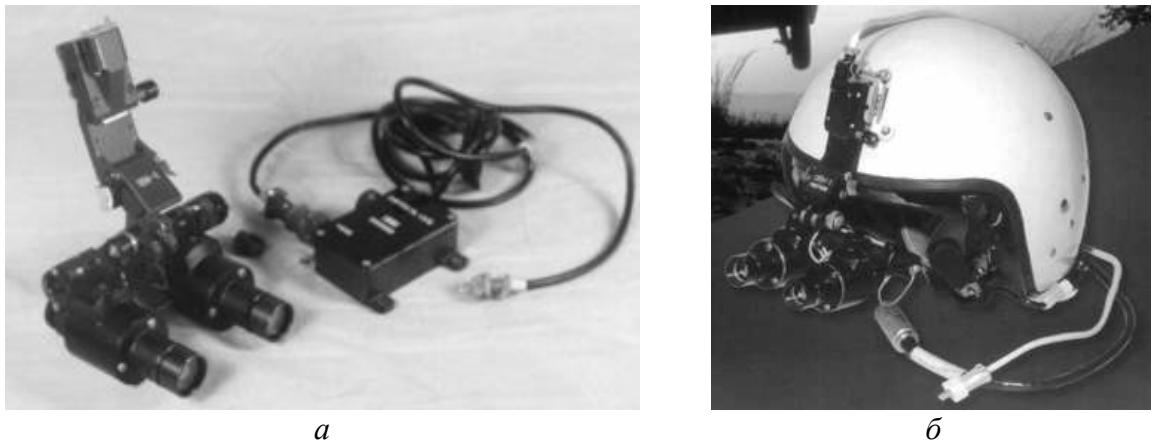


Рис. 2 - Зовнішній вигляд типових бінокулярних авіаційних окулярів нічного бачення (а), те саме на шлемі пілота (б).

Окуляри для пілота мають як автономне вбудоване первинне джерело живлення, як і в звичайних окулярах нічного бачення, так і живлення від бортової мережі літального апарату. Для забезпечення балансування маси на задню поверхню шлему пілота кріпиться противага. Пілот в окулярах нічного бачення повинен спостерігати як позакабінний простір, так і панель приладів. Проте її індикатори, що світяться, створюють надлишкове світлове навантаження для окулярів. Тому на об'єктиви окулярів надівають спеціальні інтерференційні фільтри «мінус блакитний» («minus

blue»), що відсікають частину видимого світу. Це у поєднанні з організацією оптимального по спектру освітлення кабіни дозволяє вести спостереження через окуляри як позакабінного простору, так і панелі приладів. Проте для спостереження цього простору об'єктиви окулярів мають бути сфокусовані на нескінченність, а для спостереження приладової панелі – на кінцеву відстань. Оскільки перефокусування об'єктивів в процесі управління польотом неможливе, то окуляри мають велике віддалення вихідної зіниці окулярів – понад 20 мм. Це дозволяє пілотові, скосивши очі, спостерігати панель приладів, минувши нічні канали.

Це не дуже зручно, тому фірма GEC Avionics (Великобританія) розробила окуляри Cats Eyes з призматичною окулярною системою [5] (рис. 3). Зовнішній вигляд окулярів зображений на рис. 3, а, а їх оптична схема – на рис. 3, б, де 1 – об'єктив, 2 – ЕОП, 3 – призматична окулярна система. У ній призма має криволінійну гипотенузную поверхню з дихроїчним покриттям, що відбиває в області спектру екрану ЕОП (жовто-зелений діапазон спектру) і пропускає видиме світло від панелі приладів і внутрішньої частини кабіни. В результаті пілот бачить і позакабінний простір, і приладову панель одночасно.

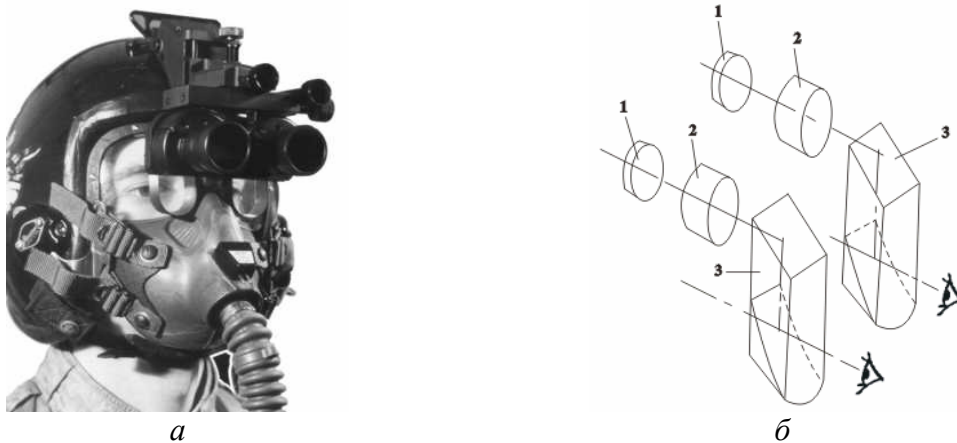


Рис. 3 - Зовнішній вигляд окулярів нічного бачення Cats Eyes (а) з їх оптичною системою (б).

Загальним недоліком окулярів для пілота є обмеженість їх кута поля зору. Для його збільшення в горизонтальному напрямі в деяких бінокулярних окулярах нічного бачення практикувалося розведення в сторони оптичних осей окремих каналів [6]. При цьому сумарний кут поля зору по горизонту досягав 40° при вугіллі поля зору окремих каналів 25° . Проте такі окуляри викликають швидку стомлюваність очей. Крім того, багато людей не володіють достатньою конвергенцією очей – здатністю розводити їх оптичні осі в сторони. Для радикального збільшення кута поля зору фірма ІТТ (США) розробила так звані панорамні окуляри нічного бачення PNVG (Panoramic Night Vision Goggle) [7–12] (рис. 4). Окуляри мають кут поля зору по горизонту 100° , а по вертикалі – 40° . На рис. 4, а показаний зовнішній вигляд окулярів PnvG-1, на рис. 4 б – ті ж окуляри, змонтовані на шлемі пілота порівняно з традиційними окулярами (показані пунктиром).

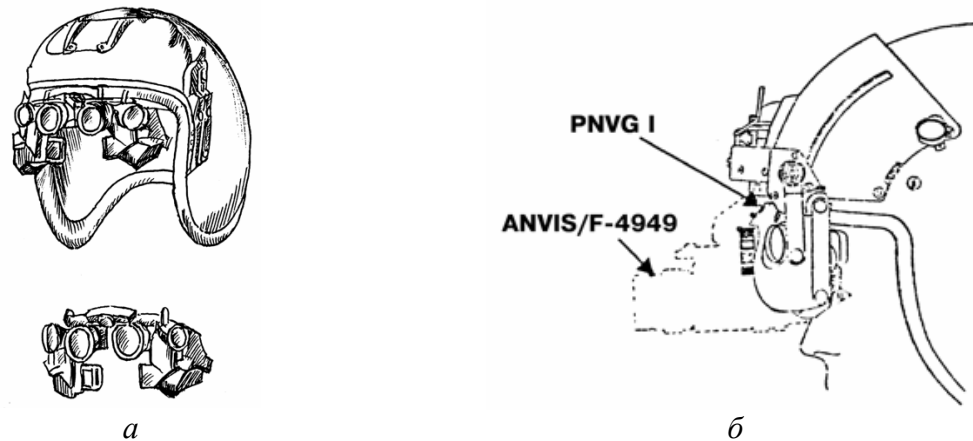


Рис. 4 - Окуляри нічного бачення Pnvg-1, де: *а* – зовнішній вигляд; *б* – ті ж окуляри, змонтовані на шлемі пілота порівняно з традиційними окулярами (показані пунктиром).

Загальним недоліком найбільш поширених традиційних окулярів є їх значні подовжні габарити. Через них виникає великий перевертаючий момент. Він створює навантаження на шийні і лицьові м'язи оператора, викликаючи його стомлення. Тому зусилля розробників направлені на створення низькопрофільних («пласких») окулярів нічного бачення з мінімальним подовжнім габаритом.

У складнішому випадку окуляри нічного бачення є складовою частиною наголовного (нашлемного) дисплея інтегрального комплексу спостереження, пілотування і прицілювання. Такі дисплеї втілюють в собі технологію приладів спостереження типу «день/ніч», про які мова піде далі.

Зараз усе більш широке застосування отримують інтелектуальні можливості систем відеоспостереження. Провідні світові виробники вже декілька років активно розвивають ці функції. Стосовно систем охорони периметра інтелектуальні здібності відеоспостереження особливо цікаві, адже якщо така функція як датчик руху в камерах і реєстраторах більшості виробників присутній уже давно, то зараз на ринку з'явилися системи із значно ширшими можливостями. Так, в передових модулях відеоаналітики присутні елементи, що детектують наступні події:

- перетин віртуальної лінії (у заданому напрямі);
- присутність в заданому полі сторонніх людей або предметів;
- підозріла поведінка в заданому полі;
- несанкціоноване видалення із заданої області предмету (крадіжка);
- відхилення від маршруту;
- вплив на камеру.

Кожна з цих подій може бути тривожною для безпеки об'єкту, і якщо система охорони периметра визначає лише перетин кордону або знаходження об'єкту в забороненій зоні, то, враховуючи можливості відеоаналітики, комплексна система має велику надійність і набагато більшу інформативність.

Система відеоспостереження, інтегрована в комплекс систем охорони периметра, найбільш ефективна в умовах хорошої освітленості об'єкту. Коли немає можливості забезпечити достатню освітленість впродовж усієї лінії кордону території, що охороняється, то одним зі шляхів вирішення може бути використання інфрачервоного підсвічування і камер, що мають функцію «день/ніч». В окремих випадках, на відповідальних ділянках периметра має сенс використовувати тепловізійну техніку. Сучасний тепловізор має відносно просту будову: об'єктив, термочутлива матриця, електронний блок обробки сигналів, екран (рис. 5) [13].

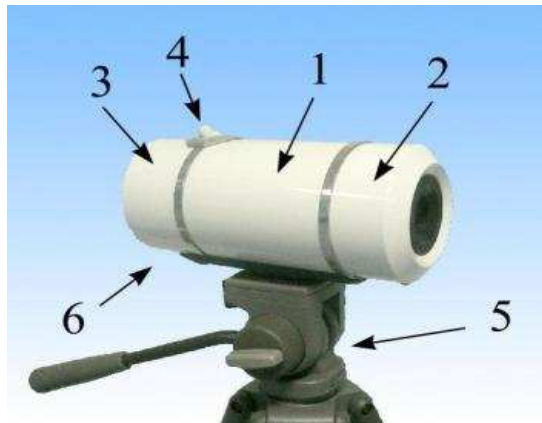


Рис. 5 - Загальний вид тепловізійної камери в зборі, де:

1 – відсік криостата з охолоджуваною фокальною матрицею, 2 – відсік об'єктиву і вузла калібрування, 3 – відсік електроніки, 4 – горловина для заливки рідкого азоту, 5 – штатив, 6 – розташування роз'єму під стандартний високошвидкісний кабель USB 2.0 A/B Cable (DUB-C5AB).

Тепловізійна система повинна мати гіроскопічну стабілізацію та працювати у комплексі із системою супутникової навігації GPS, прожектором, системою передачі даних телеметрії на наземний пункт у реальному масштабі часу, відеомагнітофоном, системою виведення інформації на плоскі рідинно-кристалеві монітори.

Відмінність тепловізорів від попередників, а саме: від ПНБ, полягає у тому, що вони не потребують відбитого видимого або короткохвильового інфрачервоного випромінювання, а використовують власне інфрачервоне випромінювання об'єктів спостереження. Тобто він детектує не зміну кольору і яскравості в кадрі, а зміну температури, при цьому для зручності зорового сприйняття розподіл температури відображується в кадрі як колірне поле, тобто кожній температурі відповідає певний колір. Стосовно систем безпеки можна відзначити, що температура тіла людини істотно відрізняється від температури довкілля, тому жодне маскування не допоможе приховати від тепловізора наявність людини в кадрі.

Тепловізори сьогодні широко представлені на ринку і стали набагато доступнішими. При цьому використання у якості приймачів сигналу мікроболометричних матриць дозволяє відмовитися від громіздких систем охолодження, що робить тепловізори привабливішими для використання в сучасних системах безпеки. Більшість існуючих технологій при роботі тепловізора передбачають охолодження приймача випромінювання, тобто окрім тепловізора в комплексі необхідна наявність елемента (балон з рідким азотом і т. п.), що охолоджує, а це впливає на масштаби, вартість і складність установки.

З появою і розвитком технології використання мікроболометричних матриць у якості приймачів теплового випромінювання (неохолоджувані приймачі) тепловізори як за ціною, так і по своїх габаритних характеристиках усе більше наближаються до стандартних камер відеоспостереження. Установка тепловізорів на поворотній платформі дозволяє операторові системи визначити наявність в зоні порушників, що охороняється, навіть в умовах поганої видимості і за відсутності достовірної інформації з інших джерел.

У комплексних системах безпеки тепловізори дозволяють скоротити кількість хибних тривог і викликів співробітників силових структур завдяки точнішому визначенню активності вдень і вночі. Тепловізійна техніка істотно підвищує рівень безпеки при сумісному використанні з іншими системами спостереження. Тепловізор дозволяє виявити об'єкти в умовах низької видимості (в неосвітлених місцях, в тумані,

задимленні, розташованих на великих відстанях), що є неможливим для звичайних відеокамер. Тепловізійні камери можна підключити до радарної охоронної системи або до інших датчиків в конфігурації автоматичного наведення.

Сучасні тепловізори мають наступні принципові переваги:

- більша дальність виявлення об'єктів порівняно з приладами нічного бачення;
- можливість цілодобового спостереження, причому вночі дальність виявлення цілей більша, тому що теплові образи цілей у темний час доби мають більший контраст ніж удень;
- безшумність і пасивний принцип роботи;
- велика швидкодія, малі габарити й енергоспоживання;
- можливість цифрової обробки зображення в реальному масштабі часу.

До недоліків тепловізорів необхідно віднести високу вартість, що є наслідком застосування дорогих матеріалів, передових технологій при виробництві. Зазначену особливість саме і слід враховувати при використанні тепловізорів. Це, у свою чергу, визначає необхідність використання їх кваліфікованим персоналом. Дальність спостереження тепловізори з охолоджуваною матрицею є більша порівняно з неохолоджуваною матрицею. Збільшення дальності спостереження тепловізору з неохолоджуваною матрицею вимагає більших розмірів об'єктиву, які "з'їдають" більшу частину зниження ціни за рахунок застосування не охолоджуваної матриці. Основний тактичний параметр – дальність виявлення залежить як від класу об'єкта, так і від стану атмосфери, тому сильні дощі, снігові опади та тумани можуть обмежити дальність дії тепловізійних систем внаслідок розсіювання інфрачервоних фотонів на краплях води. Крім цього, дощ знижує температурний контраст, тому що він охолоджує поверхні об'єктів. Незважаючи на зниження дальності спостереження в тумані, під час опадів дощу та снігу, тепловізори будуть забезпечувати операторів можливістю спостерігати об'єкти краще ніж за допомогою систем формування зображення у видимій частині спектру (оптичні прилади спостереження, прилади нічного бачення та відеокамери).

Висновки. Слід зазначити, що в коло технічних засобів охорони кордону остаточно увійшли тепловізори і на сьогодні вони активно застосовуються як високоефективний засіб ведення спостереження. Перспективи розвитку систем відеоспостереження стосовно завдань охорони периметра лежать, в основному, в подальшому розвитку відеоаналітики. Зокрема, перспективи створення нових поколінь приладів нічного бачення пов'язані з використанням повністю твердотілих перетворювачів зображення, які працюватимуть в області спектру 0,9–2 мкм і забезпечуватимуть спостереження в широкому діапазоні зовнішніх умов.

Література

1. Гейхман И.Л., Волков В.Г. Основы улучшения видимости в сложных условиях. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1999. – 286 с.
2. Волков В.Г. Современное состояние развития приборов ночного видения. – М.: Обзор № 5576, 1994. – ч. 1,2, – 202 с.
3. Саликов В.Л. Эпоха ночной войны // Специальная техника, 2000. – №5. – с. 21 – 32.
4. Очки ночного видения для пилота ГЕО-ОНВ1 // Проспект ФПНЦ НПО "Геофизика НВ", РФ. – М., май 2002.
5. Cats Eyes. The Unique Aviators night Vision Goggle. // Проспект фирмы GEC Avionics, Великобритания, 1990.
6. Night Vision Goggle патент Великобритании № 2100466, М.кл.³ G02В 23/12, 23/10 с приоритетом от 29.05.81г.
7. Franck D.L., Geiselman e.e., Craig J.L. Panoramic Night Vision Goggle Flight Test Results. Proceedings of SPIE, 2000. – Vol.4021. – pp. 146–154.
8. Goodman G.W. Future Night Vision. Armed Forces Journal International, 2001. – No.1. – pp. 22, 24.

9. Hewish M. Image in everthing. Janers International Defense News, 2002. – Vol.35. – No.5. – pp. 25–28.
10. Mecham M. NASA, USAF Progress On Panoramic Goggles. Aviation Week and Spase Technology, 2000. – Vol.153. – No.7. – p. 56.
11. 16-mm Image Intensifier. Проспект фірми ІТТ, США, 2000.
12. Night Vision Goggle. Патент США № 5416315 с приоритетом от 16.05.95г.
13. Теплове випромінювання біооб'єктів. Термографія. // Режим доступу: <http://www.koleso-to.narod.ru/med/biofizica/teplo/teplo.html>
-
-

ЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ВЕДЕНИЯ НОЧНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Ю. П. Мисюк

Рассматриваются основные характеристики приборов ночного видения и тепловизоров, а также особенности их использования как средств ведения ночного наблюдения.

EFFECTIVE MEANS OF REFERENCE NIGHT OBSERVATIONS

Iu. P. Mysiuk

The main characteristic of night vision devices and thermal imagers, and especially their use as a means of night vision.