

УДК 53.083

О.В. Неня,
кандидат юридичних наук

СУЧАСНІ ТЕПЛОВІЗОРИ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ТА ПОВСЯКДЕННОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Розглянуто принцип роботи тепловізорів, проаналізовано основні технічні параметри, які найбільше впливають як на їх експлуатаційні характеристики, так і на вартість, а також основні переваги і недоліки охолоджуваних і не охолоджуваних тепловізійних систем. Висвітлено сфери та варіанти використання тепловізорів, а також проблемні питання їх застосування підрозділами Збройних сил України, Національної гвардії України та Національної поліції України.

Ключові слова: тепловізор, ІЧ-випромінювання, температурні характеристики, роздільна здатність, чутливість, відстань виявлення та розпізнавання.

Рассмотрен принцип работы тепловизоров, проанализировано основные технические параметры, которые наибольшим образом влияют как на их эксплуатационные характеристики, так и на стоимость, а также основные преимущества и недостатки охлаждаемых и неохлаждаемых тепловизионных систем. Освещены сферы и варианты использования тепловизоров, а также проблемные вопросы их применения подразделениями Вооруженных сил Украины, Национальной гвардии Украины и Национальной полиции Украины.

Ключевые слова: тепловизор, ИК-излучение, температурные характеристики, разрешающая способность, чувствительность, расстояние выявления и распознавания.

The principle of operation of thermal imagers is considered, an analysis of the main technical parameters, which affect their performance and their cost, as well as the main advantages and disadvantages of cooled and uncooled thermal imaging systems is carried out. The sphere and the use of thermal imagers, as well as problems of their application units of the Armed Forces of Ukraine, National Guard of Ukraine and the National Police of Ukraine are highlighted.

Keywords: thermal imager, infrared radiation, temperature characteristics, resolution, sensitivity, range of detection and recognition.

У сучасному світі важко знайти людину, яка ніколи не чула про тепловізори (далі – ТПВ), хоча людей, що хоч раз тримали цей прилад у руках, набереться не так багато. У першу чергу, це пов'язано з тим, що ТПВ поки були і залишаються недешевим “задоволенням”.

Застосування ТПВ – це галузь, яка швидко розширюється і має майже необмежений потенціал.

Нині на українському ринку присутня низка виробників і постачальників ТПВ як промислового, так і військового призначення, серед яких: FLIR Systems (США), Fluke Corporation (США), Armasight (США), ATN Corporation (США),

Testo AG (Німеччина), Sofradir (Франція); Pulsar (РФ), Archer (ТОВ “Thermal Vision Technologies” (Україна)) та ін.

Незважаючи на значну кількість пропозицій, висока вартість ТПВ, ціновий сегмент якої починається з кількох десятків тисяч гривень за пристрій з мінімальним набором невисоких технічних характеристик – до мільйонів гривень за ТПВ з високим рівнем якості зображення і хорошим набором додаткових опцій, для багатьох потенційних споживачів так і залишається недосяжною.

Будь-який об’єкт у Всесвіті випромінює енергію, причому велика частина енергії припадає на невидиме людському оку інфрачервоне (далі – ІЧ) випромінювання. Принцип роботи ТПВ заснований саме на цьому явищі: за інтенсивністю ІЧ-випромінювання можна не тільки визначати та ідентифікувати об’єкти різної природи або навіть ділянки однорідної на вигляд поверхні, а й досліджувати багато їх прихованих властивостей.

ТПВ повністю незалежні від зовнішнього освітлення та реєструють тільки ІЧ-випромінювання об’єктів. Як оптичні системи в них використовуються лінзи з германію, оскільки звичайне скло ІЧ-випромінювання не пропускає. З матриці приладу інформація надходить до електронної схеми, де зберігається кольорова карта температур (кожній температурі відповідає певний колір і його яскравість), обробляється і виводиться на дисплей в окулярі приладу. У більшості систем реалізовано чорно-біле кодування. Як правило, тепловізійні прилади розділяють на вимірювальні та прилади спостереження. ТПВ для спостереження простіші, а значить і вартість їх нижча. Вони дають змогу бачити ІЧ-промені, трансформуючи їх у видиму для людського ока частину спектра. А ось вимірювальні ТПВ дають змогу ще й отримати повну картину розподілу температур (побудувати теплові карти досліджуваних об’єктів) [1].

Сучасний ТПВ дає змогу обчислювати інтенсивність ІЧ-випромінювання, визначати температурні характеристики, а також з легкістю обчислювати і передавати координати джерела такого випромінювання. При цьому будь-які цифрові показники ТПВ можна переводити в графічне зображення, за яким можна оцінювати різні характеристики об’єкта.

За допомогою ТПВ можна миттєво виміряти температуру десятків тисяч точок будь-якого об’єкта як живої, так і неживої природи, проте холодні об’єкти практично неможливо розрізнити, вони на екрані ТПВ зображуються чорним кольором.

Перші тепловізійні системи були громіздкими, повільними і мали низьку роздільну здатність. Вони будували зображення за допомогою електронно-променевої трубки, а запис зображення можна було здійснювати тільки за допомогою фотографії або магнітної стрічки.

Наприкінці 80-х рр. минулого століття відбулася революція в області технологій виготовлення тепловізійних систем – стали доступними для широкого застосування матричні приймачі випромінювання (матриці в фокальній площині (FPA)), які складаються з масиву ІЧ-приймачів випромінювання, розташованих у фокальній площині об’єктива.

Це був значний прогрес, який привів до підвищення якості зображення і просторової роздільної здатності.

Матричні приймачі випромінювання сучасних ТПВ мають роздільну здатність від 16x16 до 640x480 пікселів і на сьогодні є однією з найдорожчих частин ТПВ,

і значною мірою впливають на його ціну. Є загальне правило – чим вища роздільна здатність детектора, тим дорожче ТПВ і тим кращі його технічні та експлуатаційні характеристики. При цьому, роздільна здатність ТПВ прямо залежить від його типу, – з охолоджуваною або не охолоджуваною матрицею.

Охолодження матриці робить прилад більш точним, але й більш важким і громіздким. Неохолоджувані матриці використовуються в портативних приладах. Такі матриці, як правило, виробляють з аморфного кремнію або оксиду ванадію на різних підкладках, включаючи германій або арсенід галію. Неохолоджувані ТПВ здатні розрізняти різницю температур в $0,1^{\circ}\text{C}$, але мають відносно невелику дальність розпізнавання [2].

Основними перевагами охолоджуваних ТПВ є:

- краща роздільна здатність – вони працюють у більш короткохвильовому діапазоні порівняно з неохолоджуваними ТПВ. З огляду на так званий ефект “вікон” прозорості атмосфери всі ТПВ працюють у двох спектральних діапазонах ІЧ-випромінювання – короткохвильовому ($3\text{--}5,5\text{ мкм}$) діапазоні, який більш характерний для охолоджуваних ТПВ (як правило, дальнього радіуса дії), і довгохвильовому ($7\text{--}14\text{ мкм}$) – для неохолоджуваних (як правило ближнього радіуса дії).

Цей ефект пов'язаний з молекулярним поглинанням, яке є головною причиною ослаблення випромінювання, причому найбільш сильно випромінювання поглинається парами води, вуглекислим газом і озоном.

Крім того, в розпорядженні розробників тепловізійного обладнання є два типи приймачів (приймаюча матриця), що працюють саме в цих діапазонах довжин хвиль. Також необхідно зазначити, що максимумами щільності випромінювання від об'єктів, що мають температури в інтервалі від 0 до 1000°C , розташовуються в зазначених хвильових інтервалах. Наприклад, максимальна щільність випромінювання, яка приходить від об'єкта, що має температуру 27°C , відповідає довжинам хвиль близько 10 мкм . Довгохвильовий діапазон характеризується більш високою температурною роздільною здатністю, що особливо важливо в умовах, коли температура об'єкта обстеження близька до температури навколишнього середовища.

- мають більшу контрастну чутливість – охолоджуваний ТПВ розрізняє перепади в 20 мк при діафрагмі, що дорівнює 5 , тоді як неохолоджуваний болометричний – близько 50 мк , при дотриманні умови, що діафрагма дорівнює 1 . Це є наслідком різної фізики фотоелектричного і терморезистивного ефектів;

- поєднання перших двох чинників дає третю перевагу – набагато більшу – до 10 км відстань виявлення об'єкту.

Що стосується недоліків охолоджуваних систем, то серед них можна назвати такі:

- висока споживана потужність, викликана роботою пристроїв охолодження;
- тривалий час охолодження – між включенням ТПВ та отриманням зображення може пройти кілька хвилин;
- обмежений термін експлуатації, який прямо залежить від терміну напрацювання на відмову охолоджуючого елемента, – зазвичай це кілька тисяч годин безперервної роботи.

Основними перевагами неохолоджуваних ТПВ є:

- робочий діапазон краще пристосований для спостереження в умовах диму, туману, смогу – в діапазоні $8\text{--}14\text{ мкм}$ ІЧ-випромінювання не поглинається ні парами води, ні вуглекислим газом;

- порівняно (з охолоджуваними ТПВ) невеликий розмір і вага;
- включення і отримання зображення відбувається одночасно;
- значно менша споживана потужність у порівнянні з охолоджуваними ТПВ;
- значний термін напрацювання на відмову.

Ще одним важливим параметром ТПВ є його термочутливість або похибка при вимірюванні температури в двох сусідніх точках. Чим менше показник, тим вища термочутливість, і тим якісніше ІЧ-зображення виводить ТПВ.

ТПВ, що має термочутливість 0,025–0,05 °С, дає змогу розрізнити практично всі предмети, які знаходяться при однаковій температурі.

Ще одним фактором, що істотно впливає на вартість і експлуатаційні характеристики ТПВ, є частота зміни кадрів, яка коливається, як правило, від 9 до 50–60 Гц.

Частота кадрів – це величина, що характеризує швидкість зміни зображення на екрані ТПВ. Низьке значення частоти зміни кадрів ТПВ (9 Гц) свідчить про те, що зміна зображень буде помітна для оператора. Навіть при повільному переміщенні користувача разом з ТПВ цей ефект посилюється. Для тривалої роботи під час руху або зі сценою (картиною), що постійно змінюється перед об'єктивом ТПВ, рекомендуються моделі з частотою кадрів 50/60 Гц [3].

Серед чинників, що також впливають на вартість ТПВ можна назвати наявність вбудованої відеокамери та її роздільну здатність, а також додаткові опції типу “картинка в картинці” – накладення звичайного зображення на ІЧ.

Програмне забезпечення для полегшення аналізу та підготовки звітів мають практично всі сучасні моделі ТПВ [4].

Глибоке освоєння систем теплобачення може відкрити великі можливості, що не використовувалися раніше, як окремою людиною, так і людством у цілому. Починаючи з харчової промисловості та аж до космічних апаратів, тепловізійні можливості стають із кожним днем усе більш необхідними.

Усі сучасні ТПВ є безконтактними вимірювальними приладами. Як уже зазначалося, вони не тільки графічно відображають різниці температур, а й вимірюють і зберігають у пам'яті значення температури в кожній точці зображення об'єкта.

Тепловізійні системи орієнтовані на застосування в різних галузях, мають широкий спектр функціональних можливостей. Так, наприклад, застосування ТПВ зумовлено необхідністю пошуку гарячих (іноді – холодних) місць на температурному полі, наявність яких свідчить про порушення нормального режиму експлуатації об'єкта або обладнання, небезпечних дефектах, втрати або надлишкового використання енергії тощо.

Використовуючи ТПВ, фахівець може виявити найрізноманітніші несправності і миттєво визначити проблемну зону на чіткому і яскравому ІЧ- зображенні. Це можуть бути і трубопроводи, і мікросхеми та резистори, і технологічні резервуари. У ТПВ можна побачити ланцюги, що не працюють, обриви і замикання в нагрівальному елементі. Оскільки практично будь-який несправний вузол або агрегат енергообладнання має теплову аномалію, ТПВ прискорює пошук таких вузлів і ділянок, а також може забезпечити додаткову якісну оцінку зробленому ремонту.

Отже, ТПВ застосовуються для: різноманітних діагностичних досліджень, виявлення дефектів або порушення теплоізоляції й інших тепловтрат на

різноманітних об'єктах, контролю цілісності об'єктів, визначення теплоізоляційних властивостей матеріалів тощо.

Основними сферами застосування ТПВ є [5–7]: будівництво (див. рис. 1); електрообладнання та електронна техніка; паливно-енергетичний комплекс (див. рис. 2); автомобільна, хімічна та авіакосмічна промисловість; металургія (див. рис. 3); машинобудування; суднобудування; медицина тощо [8–10].

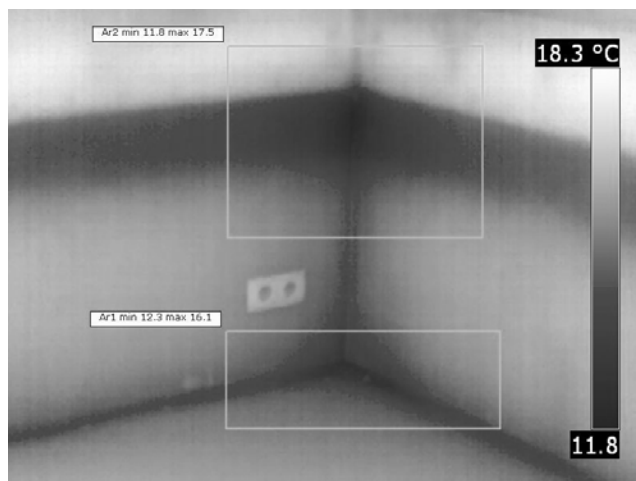


Рис. 1. Зображення на екрані ТПВ області, де не дотримується нормативний рівень теплоізоляції огорожуючих конструкцій під час використання функції “визначення дефекту теплоізоляції”



Рис. 2. Перевірка рівня рідини в резервуарах

Теплобачення може мати і такі варіанти використання, як: науково-дослідна діяльність; контроль автоматичних виробничих процесів; тестування компонентів і оболонок; детекція газу; видобуток корисних копалин; перевірка сонячних панелей; ветеринарія; пожежогасіння; пошуково-рятувальні роботи (в тому числі полегшення роботи пожежних рятувальників); астрономія; визначення забруднень; освіта; вимір температурних режимів під час виготовлення паперу, виробництві скла, гуми і пластику, бетонних і залізобетонних виробів; вивчення процесів теплопередачі в моделях, які досліджують в аеродинамічних трубах; дефектоскопія матеріалів та окремих конструкцій під час проведення статичних і динамічних випробувань; персональне використання тощо.



Рис. 3. Контроль температурних режимів доменних печей

Актуальним є використання тепловізійної техніки в мистецтві, зокрема для спостереження за станом настінного живопису, картин, кінематографічної продукції, створення спеціальних візуальних ефектів, виявлення дефектів у структурі фресок, розкриття оригіналів, прихованих більш пізніми записами. Так, мистецтвознавці і хранителі музею “Зібрання Філіпса” (Phillips Collection) у Вашингтоні (див. рис. 4), використавши ІЧ-технологію для вивчення шедевра Пабло Пікассо “Блакитна кімната”, змогли побачити прихований під мазками фарби портрет людини в жакеті і краватці-метелику [11]. На дивний рельєф мазків звернули увагу фахівці ще в 1954 р., що могло вказувати на наявність прихованого шару. Тільки в 1990-х рр. рентген картини показав нечітке зображення чогось під шаром живопису. У 2008 р. ІЧ-зйомка вперше показала обличчя бородатого чоловіка і руку з трьома кільцями на пальцях [11].





Рис. 4. Використання ІЧ-камери під час роботи мистецтвознавців

Також ефективними ТПВ можуть бути на залізничному транспорті та вокзалах, у метрополітені та в аеропортах. Окрім *спостереження* за буксами, тиристорами, вагонами-холодильниками, енергогосподарством; *виявлення* перегрівів, витоків тепло- і електроенергії, дефектів теплоізоляції в тепловозах і рухомому складі, тепловізійна техніка може бути дуже корисною для контролю пасажиропотоку на наявність осіб з підвищеною температурою тіла. Метою виявлення таких осіб є запобігання поширенню небезпечних захворювань. Використання ТПВ з автокомпенсацією температури дає змогу визначити підвищену температуру тіла людини і, провівши додаткове обстеження (див. рис. 5), запобігти переміщенню через кордон хворих пасажирів, зокрема для виявлення заражених свинячим грипом) [12].



Рис. 5. Виявлення пасажирів з підвищеною температурою

Активно зростає попит на використання ТПВ у сфері охорони і безпеки – для охорони периметра урядових будівель і споруд; *забезпечення безпеки військових об'єктів; прикордонного патрулювання, митного огляду, спостереження за рухом об'єктів тощо.*

Найважливішою сферою, в якій нині застосовуються ТПВ, стала військова справа. Однією зі значних перешкод для військових операцій завжди був нічний час. Також належним чином спостереження неможливе в умовах поганої видимості: в тумані, диму, під час снігопаду та інших подібних явищах. Раніше для виявлення противника в темряві в армії використовували так звані прилади нічного бачення (далі – ПНБ). Проте принцип роботи ТПВ дає йому значні переваги. Справа в тому, що ПНБ вловлює видиме світло і підсилює сигнал і, таким чином, дає змогу бачити за умов поганого освітлення. Використання такого приладу в зазначених вище складних умовах видимості, на відміну від ТПВ, не дає ефекту – він просто зробить туман яскравіше, а в повній темряві, наприклад, в приміщенні, ПНБ не покаже нічого.

ТПВ застосовуються збройними силами як прилади нічного бачення для виявлення теплоконтрастних цілей (живої сили і техніки) в будь-який час доби, незважаючи на використання противником засобів оптичного маскування у видимому діапазоні (наприклад, камуфляж) [13]. Термографічна картина може розповісти операторові ТПВ як про розташування цілі, так і про її розміри, а також інші параметри об'єкта.

Новітні ТПВ дають змогу вести розвідку і визначати цілі на значно більших відстанях в обмежених умовах видимості, а також передавати отримані дані цифровим каналом і продовжувати пошук інших цілей. Більш чітке зображення, що отримується, дає змогу підвищувати ступінь ситуаційної обізнаності, зокрема екіпажам бронетехніки, що дає перевагу під час ведення бою. ТПВ став важливим елементом прицільних комплексів ударної армійської авіації та бронетехніки.

ТПВ на військовому літаку або вертольоті дає змогу вловити в ІЧ-діапазоні хвиль ціль і нанести точковий удар навіть в умовах абсолютної темряви або густого туману.

Застосовуються тепловізійні приціли і для ручної стрілецької зброї, хоча більшою мірою орієнтовані на використання в бойовій техніці. Адже навіть найкомпактніший з приладів цього типу більш громіздкий, ніж обладнання з електронно-оптичним перетворенням зображення 2-го або 3-го покоління, і вимагає більш потужного електроживлення, необхідного для охолодження тепловипромінювача. Крім того, ТПВ, як ми вже зазначали, мають високу вартість: типовий військовий зразок має вартість більше 10 тисяч доларів.

Цікавим фактом є те, що вже в 1939-1940 рр. у СРСР були дуже серйозні напрацювання щодо ІЧ-приладів. Так, були розроблені та випробувані ІЧ-прилади нічного бачення “Шип” і “Дудка” для нічного водіння танків. Також були створені тепlopеленгатори для ВМФ. Однак потім з невідомих причин роботи зі створення ТПВ у СРСР були згорнуті, і лідерство у цій галузі втрачено. У 80-х рр. на основі зарубіжних зразків у СРСР були розроблені і запущені в серійне виробництво ТПВ нульового покоління (“Посібник-1”) і першого покоління (“Посібник-2”, “Агава-2”). ТПВ “Агава-2” були встановлені на танки Т-90 і деякі модифікації Т-80. Також налагоджено випуск тепловізійних прицілів для стрільби протитанковими керованими реактивними снарядами “ПТКРС”.

Наприкінці 90-х рр. минулого століття військові тепловізійні технології в Україні (до речі, як і в Росії) практично не розвивалися, що призвело до значного відставання в цій сфері від країн Заходу [14].

Нині висока затребуваність у ТПВ українськими військовими у зв'язку з проведенням АТО на Сході України висвітлює певні проблемні питання, зокрема те, що в Україні не налагоджено поряд з іншим військовим знаряддям і повний цикл виробництва ТПВ (зокрема, такого ключового компоненту ТПВ, як мікроболометр). Відсутність такого виробництва, у свою чергу, зумовлює аналогічну проблему з ремонтом закуплених тепловізійних пристроїв іноземного виробництва, а також переданих у рамках допомоги різними країнами.

Разом з цим, окремі складнощі в оснащенні тепловізорами виникають через віднесення цих засобів до товарів подвійного використання [15].

На сьогодні існує проект “Тепловізори для Армії України”, автори якого акцентують увагу на таких трьох основних проблемах щодо забезпечення ТПВ Збройних сил України, як: 1) високі ціни; 2) відсутність у постачальників певних “ходових” моделей ТПВ; 3) недостатній асортимент продукції.

З огляду на висвітлені проблеми, основною метою автори проекту вбачають налагодження виробництва всіх ключових компонентів для ТПВ в Україні [16].

Одним зі значних кроків у цьому напрямі стало включення черкаського науково-виробничого комплексу “Фотоприлад” до програми держзамовлення на 2015 рік, у рамках якої підприємство планувало виготовляти ТПВ та прилади нічного бачення [17].

Цікавою також є інформація центру волонтерів “Народний проект” щодо їх замовлення на виготовлення малогабаритних тепловізійних прицілів українського виробництва ТUA336T2-8x40-9.

Основні характеристики цього малогабаритного пристрою, які позиціонуються волонтерами, такі [18]:

Роздільна здатність детектора (мікроболометра), пікс.	– 336x256
Цифровий zoom, x	– 2x, 4x
Дистанція виявлення об'єкта, м	– 1500

Дистанція розпізнавання, м	– 600
Роздільна здатність дисплея, пікс.	– 800x600
Габарити, мм	– 70x65x60

Отже, сподівання на розвиток вітчизняного виробництва ТПВ є небезпідставним.

Новітні розробки задля підвищення характеристик, зменшення розмірів і енергоспоживання ТПВ пропонують нові можливості не тільки бойовим підрозділам, а й підрозділам Національної поліції України, зокрема техніко-криміналістичного забезпечення, слідчих та патрульних.

Основні напрями застосування тепловізійних приладів у правоохоронній діяльності можна розділити на такі три групи:

- тактичні дії;
- дослідження речових доказів;
- попередження злочинів.

У криміналістичних цілях ТПВ можуть бути застосовані для:

- виявлення невидимих, нестійких термічних слідів;
- дослідження речових доказів і осіб;
- фіксації невидимих термічних слідів і результатів спостереження та дослідження об'єктів і місць кримінального правопорушення тощо.

Під час огляду місць кримінального правопорушення ТПВ можна використовувати для збирання так званих термічних слідів, тобто пошуку, виявлення та фіксації невидимих слідів.

Прикладом таких невидимих термічних слідів можуть бути сліди, що виникли внаслідок:

- сидіння або лежання людини на різних поверхнях (якщо це відбулося недавно);
- дотику людини руками до різних предметів, наприклад, до знарядь злочину (якщо це відбулося недавно);
- дистанційного визначення факту експлуатації транспортного засобу (за теплом, що виділяється двигуном і агрегатами);
- дистанційного визначення місця горіння, яке намагалися приховати, тощо.

Під час обшуку на відкритій місцевості ТПВ можна успішно застосовувати для пошуку таких об'єктів:

- зниклих осіб і тих, що переховуються (див. рис. 6), а також тварин;
- нагрітих предметів (речей) недавно покинутих (наприклад, автомобілів та інших транспортних засобів) або захованих злочинцем (знарядь злочину, трофеїв і т. ін.);
- укриттів, схронів тощо [19].

Особливо ефективним є застосування ТПВ під час пошуку на місцевості людей, що переховуються, оскільки тепло (ІЧ-випромінювання) здатне проникати крізь візуально непрозорі для ока людини перепони, такі як листя дерев, різноманітні матеріали тощо.

Під час проведення слідчих (розшукових) дій у приміщеннях ТПВ дає змогу:



Рис. 6. Підозрюваний ховається за листям дерев

- встановити факт недавнього користування приміщенням;
- визначати кількість осіб, що недавно перебували в цьому приміщенні;
- виявляти предмети, якими недавно користувалася і яким чином (на них сиділи, лежали, тримали в руках тощо).

ТПВ можуть бути успішно застосовані й у багатьох інших сферах діяльності підрозділів Національної поліції України (див. рис. 7), як засіб спостереження вночі та в умовах обмеженої видимості, наприклад крізь дим, туман (див. рис. 8), а також у тих випадках, у яких зараз використовуються звичайні прилади нічного бачення і підсилювачі світла (яскравості) [20–23].



Рис. 7. Пістолет у кишені піджака і за поясом штанів під светром



Рис. 8. За допомогою ТПВ поліцейські бачать у темряві

Отже, широке використання окремими підрозділами Національної поліції України тепловізійних систем є одним із напрямів підвищення ефективності діяльності правоохоронних органів, що дасть змогу оптимізувати їх роботу.

Зокрема, п. 4 розділу II Інструкції про службу прикордонних нарядів Державної прикордонної служби України, яка затверджена наказом МВС України від 19.10.2015 № 1261, регламентовано використання цими підрозділами технічних засобів тепловізійного спостереження, що є позитивним чинником для подальшого їх упровадження в діяльність правоохоронних органів.

Вочевидь, питання впровадження ТПВ у роботу працівників Національної поліції України потребує ретельного вивчення з урахуванням міжнародного досвіду.

Одним із аспектів такого вивчення може стати апробація наявних на ринку тепловізійних пристроїв працівниками відповідних підрозділів Національної поліції України в реальних умовах несення служби із наступним формуванням вимог до технічних характеристик таких пристроїв, а також розроблення нормативно-правової бази їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тепловизоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cobrashop.com.ua/catalog/archer>.
2. Сычев В. Американцы создали графеновый неохлаждаемый тепловизор / В. Сычев [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nplus1.ru/news/2015/11/09/thermo>.
3. Никитин С. Тепловизоры: все не так просто / С. Никитин // Алгоритм Безопасности, 2011. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.algoritm.org/arch/arch.php?id=52&a=1007>.
4. Станут ли тепловизоры более доступными? // Электротехнический рынок. – 2011. – № 5(41) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.algoritm.org/arch/arch.php?id=52&a=1007>.
5. Области применения тепловизоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.thermoview.ru/articles/primenenie/>;
6. Сферы применения тепловизоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ntcexpert.ru/component/content/article/44-k44/523-sfery-primeneniya-teplovizorov>;
7. Тепловизоры, тепловизионное обследование и диагностика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.infra.su/infrared/inspect.php>.
8. Области применения тепловизоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.thermoview.ru/articles/primenenie/>;
9. Тепловизоры в нефтегазовом комплексе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.p640.ru/oilgas.htm>.
10. Тепловизоры в металлургии и химической промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.p640.ru/metallurgy.htm>.
11. Лездин Д. Инфракрасная камера обнаружила скрытую живопись Пикассо / Д. Лездин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://teplonadzor.ru/pikasso/1>.
12. Тепловизоры в пунктах пограничного пропуска помогут выявить больных гриппом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belta.by/society/view/teplovizory-v-punktah-pogranichnogo-propuska-pomogut-vyjavit-bolnyh-grippom-178057-2016/>.
13. МВД приобрело 57 тепловизоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.unian.net/1001687-x.html>.
14. Тепловизоры (инфракрасные ПНВ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.modernarmy.ru/article/179>.
15. Про затвердження Порядку здійснення державного контролю за міжнародними передачами товарів подвійного використання : Постанова Кабінету Міністрів України від 28 січня 2004 р. № 86 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/86-2004-%D0%BF>.
16. Тепловизоры для Армии Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://t4a.com.ua/>.

17. Черкасский завод получил заказ на производство тепловизоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vestiua.com/ru/news/20141020/58359.html>.
18. На линию огня отправили отечественные тепловизоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gogetnews.info/news/society/90243-na-liniyu-ognya-otpravili-otechestvennye-teplovizory-video.html>.
19. Тепловизор для охраны и безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://xn--8sbnbifmf0aignkr8d0dza.xn--p1ai/?p=6_2.
20. Рудаков Б.В. Основы специальной техники органов внутренних дел (общая часть) : учеб. пос. / Б.В. Рудаков, Д.А. Бражников, А.М. Щукин. – Тюмень : Тюменский институт повышения квалификации сотрудников МВД России, 2013. – 354 с.
21. Ковалев А.В. Тепловидение сегодня / А.В. Ковалев, В.Г. Федчишин, М.И. Щербаков // Специальная техника, 1999. – № 3. – С. 13–18.
22. Гаврилов Л.Н. Применение техники термовидения / Л. Н. Гаврилов, Н.Л. Гаврилов // Актуальные вопросы применения специальных технических средств в оперативно-розыскной деятельности ОВД : труды X межрегиональной научно-практической конференции. – С.-Пб. – 2004. – С. 183.
23. Тепловизоры и тепловизионные технологии в криминалистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/technology/tk1/kriminalistic_r-1.html.
24. Голландская полиция использует тепловизоры FLIR [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.secnews.ru/pr/17187.htm#axzz46uguA3ce>.
25. Алексеев А. Тепловизоры становятся меньше, а видят всё лучше / А. Алексеев [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://topwar.ru/38270-teplovizory-standovyatsya-menshe-a-vidyat-vse-luchshe.html>.

Отримано 16.11.2016

Рецензент Марченко О.С., к.т.н.