

В.Ж. Яценюк, В.В. Корепанов, А.Е. Бекіров

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ БОРТОВИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ СИСТЕМ ПОШУКУ ТА СУПРОВОДУ**

*У статті проаналізовано стан існуючих сучасних бортових інфрачервоних систем пошуку та супроводу повітряних та наземних цілей іноземного виробництва, сформовані основні вимоги до перспективних бортових авіаційних оптико-електронних прицільних систем, наведені основні фізичні величини та фактори, від яких залежать дальності виявлення цілей. Обґрунтована необхідність оснащення (модернізації) сучасними оптико-електронними прицільними системами тактичних літаків Повітряних Сил Збройних Сил України.*

**Ключові слова:** *інфрачервоні системи пошуку та супроводу, оптико-електронна прицільна система, далекометрування, ситуаційна обізнаність, критична характеристика, лінія візування.*

### **Вступ**

Інфрачервоні системи пошуку та супроводу (IRST – Infrared search and track) є невід’ємним елементом сучасних та перспективних бойових літаків. IRST є складовою частиною каналу тепловізійного бачення (FLIR – Forward-looking infrared), який призначений для забезпечення всебічної ситуаційної обізнаності екіпажу повітряного судна [1, с. 85...88].

Бортова IRST працює як пасивна станція і переважно забезпечує автоматичне виявлення та супровід цілей вдень і вночі в будь-яких метеорологічних умовах. Система IRST також здатна візуалізувати інформацію про наземну поверхню та об’єкти. Така інформація може бути використана для вирішення задач навігації [2, с. 132...134].

Концепція розвитку бойової авіації, яка в тому числі описує вимоги до літаків п’ятого покоління, передбачає зниження помітності повітряних суден у всіх діапазонах електромагнітного опромінення. Тому актуальним напрямом розробки нових та модернізації існуючих систем збору, аналізу та обробки інформації є перехід бортових датчиків на пасивні методи отримання інформації [3, с. 51, 52].

**Постановка завдання.** Літаки МіГ-29 та Су-27, які стоять на озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України обладнані бортовими оптико-локаційними станціями, які розроблено в 70-х роках ХХ століття [4, с. 74...78]. Стрімкий розвиток технологій призвів до можливості створення нових оптико-електронних прицільних систем (ОЕПС). Застосування нових фізичних принципів, сучасних апаратних та програмних засобів при розробці бортового обладнання дозволяє: збільшити діапазон дальності виявлення

цілей та точність вимірювання кутових координат. Значне розширення функціональності дозволяє реалізувати вирішення завдань видачі льотчику (оператору) в реальному масштабі часу зображення цілі та місцевості, проводити далекометрування на довжині хвиль лазерного випромінювання в безпечній для очей області спектра.

Отже, сучасний етап розвитку оптико-локаційної техніки характеризується розширенням колом вирішуваних задач, зростанням вимог до обладнання та відповідним ускладненням структури оптико-електронних систем. Серед сучасних бортових оптико-електронних систем найбільш високотехнологічними є засоби, які встановлені на повітряних суднах іноземного виробництва.

**Мета статті** – провести аналіз характеристик та принципів побудови іноземних бортових авіаційних інфрачервоних систем пошуку і супроводу та сформувати основні вимоги до перспективної оптико-електронної прицільної системи.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На основі аналізу світових тенденцій розвитку бойової авіаційної техніки та завдань, які покладаються на літаки тактичної авіації, а також беручи до уваги особливості умов виконання завдань, можна сформулювати основні завдання для оптико-електронної прицільної системи [5, с. 136...138]:

цілодобове виявлення, розпізнавання та ідентифікація наземних (надводних) цілей в умовах завад з автоматизацією процесу пошуку та виявлення;

підсвічування цілей та вимірювання дальності до них;

автоматичний пошук, виявлення і захоплення цілей, які підсвічуються з іншого літака;

автоматичне захоплення і одночасне супроводження декількох цілей;

вимірювання кутових координат цілей, кутової швидкості лінії візування та видача їх до прицільно-навігаційного комплексу;

передача на керовані авіаційні засоби ураження (далі АЗУ) прицільної інформації;

управління лінією візування і її стабілізація при автоматичному або програмно-коригованому стеженні;

відпрацювання цілевказань і забезпечення виконання маневрів в режимі цілевказань при підльоті до цілі, її атаки та виходу з атаки;

ідентифікація і уточнення координат цілей, виявлених іншими прицільними системами (радіолокаційним прицільним комплексом) з більшої дальності;

забезпечення пілотажних режимів, нічних польотів і посадки;

вбудований автоматизований контроль і автопідстроювання каналів прийому.

Однією з основних характеристик ОЕПС є максимальна дальність виявлення цілей. Значення дальності виявлення наземної цілі залежить від багатьох факторів, зокрема, від характеристик тепловипромінюючого об'єкта, стану атмосфери, характеристик фону та ін. Для тепловізійного каналу максимальна дальність виявлення цілей без урахування впливу атмосфери може бути визначена за допомогою формули (1) [6, с. 104, 105].

$$D_{\max}^2 = \frac{t_{\text{об}} S_{\text{об}} e_u T_u^4 \cos \alpha S_u K}{\rho m \sqrt{q_n D_f \Phi_{\text{пор}} h}} \frac{Z(l/l_m)}{Z(l/l_m)} \frac{1}{Z(l/l_m)} \frac{1}{Z(l/l_m)} \quad (1)$$

де  $K$  – коефіцієнт використання потоку випромінювання;  $t_{\text{об}}$ ,  $S_{\text{об}}$  – коефіцієнт пропускання і площа об'єктиву приймача;  $S_u$ ,  $e_u$ ,  $T_u$  – площа, коефіцієнт випромінювання та температура цілі;  $s = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \times \text{К}^4)$  – постійна Стефана-Больцмана;  $m$  – допустиме значення відношення сигнал/шум;  $q_n$  – площа чутливого елементу приймача випромінювання,  $\text{см}^2$ ;  $D_f$  – смуга пропускання частот підсилювача, Гц;  $\Phi_{\text{пор}}$  – питомий поріг чутливості приймача,  $\text{Вт/(см} \times \text{Гц)}^{1/2}$ );  $h$  – коефіцієнт використання приймача випромінювання;  $Z(l/l_m)$  – таблична функція;  $l_1, l_2$  – спектральний діапазон роботи приймача випромінювання, мкм;  $l_m$  – довжина хвилі, що відповідає максимуму інтенсивності випромінювання при температурі  $T_u$ , мкм;  $a$  –

кут між нормаллю до візуального центру мас цілі і лінією дальності.

На основі аналізу множників формули (1) зазначимо, що дальність виявлення повітряних цілей залежить від зовнішніх факторів, таких як:

хмар;

абсолютної висоти цілі;

температури повітря поблизу (навколо) цілі;

швидкості цілі (лобовий опір викликає нагрівання поверхонь літального апарату при надзвукових швидкостях);

ракурсу знаходження цілей.

Щільність атмосфери зменшується зі збільшенням висоти, що впливає на ступінь поглинання (зменшення) інфрачервоного випромінювання та особливо у дальньому інфрачервоному діапазоні (довжина хвилі  $\lambda = 8 \dots 14 \text{ мкм}$ ). На великих висотах польоту цілі температура коливається від  $-30^\circ\text{C}$  до  $-50^\circ\text{C}$ , що забезпечує найкращий контраст між температурою літака та фоновою температурою.

Отже, критичною характеристикою бортових оптико-електронних систем, яка в значній мірі залежить від зовнішніх умов експлуатації, є максимальна дальність виявлення цілей [7, с. 25...28].

### Виклад основного матеріалу

Сьогодні Військово-повітряні сили США розпочали реалізацію планів з інтеграціїIRST у винищувач F-22 Raptor, що підтверджує актуальність встановлення даної системи на літаки п'ятого покоління. Інфрачервону систему пошуку та супроводу планували встановлювати на літак ще з самого початку, але відмовилися від цієї ідеї з метою економії фінансів. Додавання зовнішньої капсули до винищувача збільшить ефективну площу розсіювання, що вплине на малопомітності якості літака. Оснащення бойового комплексу повітряного судна системоюIRST супроводжується впливом на його радіолокаційний портрет і, як наслідок, негативно впливає на ефективну площу розсіювання літака. Іншим важливим фактором є ваго-габаритні характеристики обладнання. В даному випадку ефективністьIRST забезпечується, в тому числі, застосуванням активної системи охолодження. Ці фактори розглядаються як обмеження при модернізації повітряних суден і їх усунення вимагає значних економічних витрат. З вищевказаного бачимо, що розміщення системиIRST у винищувач буде дуже проблематичним, але керівництво програми F-22 шукає нові апаратні та програмні рішення, які забезпечуватимуть дальнє інфрачервоне зондування [8].

Electro-Optical Targeting System (EOTS) оптико-електронна система наведення, що

встановлена на винищувачі F-35 Lightning II, є інноваційною розробкою, яка призначена для автоматичного та безперервного пошуку, виявлення та супроводження за кутовими координатами повітряних та наземних цілей по їх тепловому (інфрачервоному) випромінюванню в межах від 0° до 360° на всіх висотах бойового застосування винищувача під будь-яким ракурсом, в тому числі на фоні землі, водної поверхні, хмарності, вдень та вночі, в простих та складних метеорологічних умовах. EOTS здатна виконувати завдання при організованих інфрачервоних завадах, що забезпечує пілотів F-35 можливістю точного наведення зброї класів “повітря-повітря” та “повітря-земля” (рис. 1).



Рис. 1. Оптико-електронна системи наведення (Electro-Optical Targeting System).  
Джерело: [9].

EOTS дозволяє льотчикам застосовувати зброю з лазерним та GPS-наведенням. Сучасні оптико-електронні станції (ОЕС), які установлені на F-35, це багатофункціональні системи цілодобового застосування, в яких використовуються три інформаційні канали. Перший інформаційний канал – телевізійний денної дії, побудований на приладах із зарядовим зв’язком (ПЗЗ-матрицями). Другий інформаційний канал – тепловізійний нічної дії, що працює у довжині від 8 до 12 мкм, та середній (3...5 мкм) частині ІЧ-діапазону. Третій інформаційний канал представлений лазерним далекомір-цілевказателем, що працює на безпечній для зору довжині хвилі 1,06 мкм та 1,57 мкм. Завдяки мультिकанальному обладнанню ОЕС, з’явилася можливість застосовувати нові високоточні бомби (типу серії Joint Direct Attack Munition) з інерційно-супутниковим наведенням за принципом “пустив – забув” без заходу до зони протиповітряної оборони з дальністю планування цих бомб до 40...70 км. ОЕС можуть виявляти повітряні цілі на відстані 100 км і більше, цілі типу “танк” – на відстані понад 20 км, цілі типу “міст” – 50...60 км. EOTS може одночасно супроводжувати 15...20 цілей,

зберігаючи при цьому можливість огляду простору [9].

Комплекс 101КС (КС – комплекс самозахисту) є оптико-електронною інтегрованою системою, що входить до складу бортового радіоелектронного обладнання Су-57 і складається з п’яти основних компонентів, більшість з яких інтегрована до конструкції літака [10], а саме:

101КС-В (повітряний зовнішній модуль) квантова оптична локаційна система (КОЛС) – ОЛС з покращеними параметрами та зменшеною удвічі масою (у порівнянні з Су-30), призначений для виявлення і визначення координат цілі в оптичному та інфрачервоному діапазонах. Система одночасно працює в трьох спектральних каналах, ідентифікує і супроводжує кілька повітряних цілей одночасно та є стійкою до електромагнітних завад (рис.2);

101 КС-О (оборонний зовнішній модуль) – система протидії ракетам з інфрачервоними головками самонаведення;

101КС-У (ультрафіолетовий зовнішній модуль) призначений для всеракурсного виявлення та визначення координат реактивних двигунів в ультрафіолетовому спектрі;

101КС-П – тепловізор з матрицею високої здатності, призначений для виконання польотів на малій висоті та виконання посадки в нічних умовах;

101КС-Н – багатоканальна оптична прицільна система підвісного типу, призначена для виявлення та розпізнавання наземних цілей з подальшим застосуванням авіаційних засобів ураження.



Рис. 2. Оптико-локаційна станція літака типу Су-57.  
Джерело: [11].

Оптико-електронна система переднього огляду OSF (Optronique Secteur Frontal) винищувача Dassault Rafale складається з ширококутного тепловеленгаційного датчика та тепловізора з довгофокусною оптикою, який скомплексований з лазерним далекоміром. Блоки оптико-електронних датчиків розташовані в передній частині фюзеляжу, перед козирком ліхтаря, не погіршуючи льотчику, огляд вперед-вниз (рис. 3).

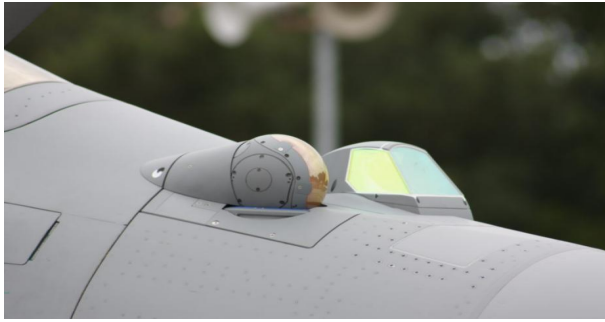


Рис. 3. Оптико-електронна система OSF  
Джерело: [12].

Система здатна виявляти повітряні цілі противника на дальностях до 80 км, здійснювати розпізнавання на дальності до 50 км та визначати дистанцію до цілі на дальності 30-40 км. За допомогою OSF забезпечується одночасний супровід до 10 повітряних цілей та “ранжування” восьми з них за рівнем пріоритетності [13].

Passive Infrared Airborne Track Equipment (PIRATE) – це пасивний інфрачервоний датчик з високою роздільною здатністю для багатоцільового винищувача Eurofighter Typhoon, який, по суті, є системою IRST та здатен виконувати і функції навігації FLIR (рис. 4).



Рис. 4. Інфрачервоний датчик PIRATE  
Джерело: [14].

PIRATE працює у двох інфрачервоних спектрах: 3...5 та 8...11 мікрометрів та може виявляти повітряні цілі, які випромінюють електромагнітні хвилі теплового діапазону, що виникають при великих швидкостях внаслідок аеродинамічного нагрівання [14]. У режимі “повітря-повітря” система здатна в автоматичному режимі пасивно виявляти, здійснювати супроводження, класифікувати та визначати пріоритет повітряних цілей (до 50 цілей одночасно). Функції IRST повністю інтегровані в підсистему керування озброєнням літака. Крім цього, датчики системи IRST пов’язані з нашоломною системою цілевказання, яка визначає кутові координати повітряної цілі при супроводженні її поворотом голови льотчика. В даному випадку PIRATE виконує дублюючу функцію та забезпечує індикацію міток цілі на багатофункціональному дисплеї.

Дальність дії PIRATE тримається в найсуворішому секреті консорціумом EuroFirst, але підтверджено, що він перевищує 74 км. Останні повідомлення в відкритих джерелах вказують на додаткове збільшення дальності виявлення PIRATE за рахунок модернізації програмних алгоритмів аналізу та обробки інформації [15].

Крім розглянутих вбудованих у конструкцію літаків ОЛС також існують і оптико-електронні прицільні системи контейнерного варіанту такі як: “Sniper XR” (США), TIALD (Великобританія); LANTIRN; ATFLIR (США); “Damocles” і “PDLCT” (Франція); AN/AAQ-28(V) Litening (Ізраїль); ASELPOD (Туреччина), які здатні здійснювати пошук, виявлення, розпізнавання і автоматичне супроводження наземних тактичних цілей в пасивному режимі на дальностях до 20 км [5].

Основні дані з відкритих джерел щодо дальності виявлення цілей типу винищувача МиГ-21, сучасними бортовими інфрачервоними системами пошуку та супроводу представлені в таблиці 1.

Таблиця 1  
Максимальна дальність виявлення повітряних цілей системою IRST

| Найменування IRST /ОЛС                      | Літак, на який встановлена IRST | мах дальність виявлення цілі в задню півсферу |
|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|
| КОЛС-29                                     | МиГ-29                          | 15 км                                         |
| ОЛС-27                                      | Су-27                           | 50 км                                         |
| Оптико-локаційна станція ОЛС-35[14]         | Су-35                           | 75 км                                         |
| Оптико-локаційна станція PIRATE             | Eurofighter Typhoon             | 74 км                                         |
| Оптико-електронна система OSF               | Dassault Rafale                 | 80 км                                         |
| Оптико-локаційна станція Leonardo SkyWard-G | Saab JAS 39 Gripen              | 85 км                                         |
| Оптико-електронна система EOTS              | F-35 Lightning II               | 100 км                                        |
| Оптико-локаційна станція ОЛС-50М            | Су-57                           | 90 км                                         |

Джерело: Розроблено авторами.

Із аналізу значень максимальної дальності виявлення, які наведені в таблиці 1, можна зробити висновки:

найбільшою дальністю виявлення повітряних цілей забезпечує оптико-електронна система наведення EOTS Lightning II, яка встановлена на літаку F-35, дальність складає 100 км;

для літаків покоління 4++ значення максимальної дальності виявлення повітряних цілей оптико-електронними системами майже однакова та становить близько 80 км;

найменшою дальністю виявлення повітряних цілей оптико-локаційними станціями володіють

літаки 4 покоління, які стоять на озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України.

Отже сучасні вимоги до перспективних оптико-локаційних станцій передбачають забезпечення:

виявлення повітряних цілей в задню напівсферу літаків (ракет) на дальності не менше 80 км;

всеракурсності виявлення цілей та визначення їх координат;

одночасної роботи в різних піддіапазонах інфрачервоного спектру;

високу ступінь взаємної інтеграції оптико-електронної системи і приладів системи єдиної індикації та інших бортових систем повітряного судна (радар, нашоломна система цілевказання).

### **Висновки**

Проведено аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку бортових інфрачервоних систем пошуку та супроводу. На основі аналізу обґрунтована необхідність оснащення (модернізації) сучасними

оптико-електронними прицільними системами тактичних літаків Повітряних Сил Збройних Сил України, які б дозволяли в автоматичному режимі здійснювати пошук, виявлення, розпізнавання та супроводження повітряних та наземних (морських) цілей в пасивному режимі в будь-який час доби з використанням керованих авіаційних засобів ураження.

На основі аналізу характеристик сучасних систем визначено, що дальність виявлення повітряних цілей сучасними інфрачервоними системами пошуку та супроводу дозволяє вести не лише ближній повітряний бій, а й бій на середніх дальностях без участі бортової радіолокаційної станції у пасивному режимі.

Сформульовано вимоги до сучасних оптико-електронних систем, які передбачають, в тому числі, можливість виведення інформації на комплексну систему єдиної індикації та синхронізації її з нашоломною системою цілевказання льотчика.

### **Список літератури**

1. Ingmar A., Haglund L. The system and flight trails in Infrared Technology and Applications: proceedings SIJE. Harrisonburg: James Madison University, 2000, – 124 p.
2. Gaitanakis G. K., Zikidis K. C., Kladis G. P. Multi-sensor Data Fusion for 3D Target Tracking: A Synergy of Radar and IRST (InfraRed Search & Track): presented at the twelfth Scientific Conference “eRA-12”. Attica: Piraeus University of Applied Sciences, Attica, 2017, – 212 p.
3. Микитенко В.І. Визначення ефективності оглядових оптико-електронних систем безпілотних літальних апаратів // XV Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи” збірник тез доповідей / НТУУ КІП, Приладобудівний факультет. Київ, 2016. – С.51-52.
4. Харченко О.В., Пашенко С.В., Тараненко В.В. Шляхи оснащення літальних апаратів Збройних Сил України високоточними засобами ураження та методологічні аспекти їх розроблення// Наука і оборона. Київ, 2015. Вип. 3/4. – С. 74-78.
5. Тараненко В.В. Сучасний стан розвитку та основні вимоги до перспективних оптико-електронних прицільних систем тактичних літаків // Зб. наук. праць Державного науково-дослідного інституту авіації. Київ, 2016. Вип. 12(19). – С. 136-138.
6. Криксунов Л.З., Падалко Г.А. Тепловизори: довідник. Київ : Техніка 1987. - 168 с.
7. Оптико-електронні системи ближньої локації : монографія / за редакцією Я.І. Лепіха. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2019. - 294 с.
8. Newdick T., Rogoway T. The F-22 Raptor could finally get the infrared sensor it was originally promised. URL: <https://www.thedrive.com/team> (дата звернення: 20.08.2022).
9. Барский Р. Оптичне “око” винищувача F-35, модернізація системи наведення та прицільовання. URL: <https://naukatehnika.com/opticheskij-%C2%ABglaz%C2%BB-istrebiteleya-f-35-modernizaciya-sistemy-navedeniya.html> (дата звернення: 23.08.2022).
10. Ідентифікація ворога: оптико-електронний інтегрований комплекс 101КС літака Су-57 // Український військовий портал Defence Express. URL: [https://defenceua.com/weapon\\_and\\_tech/identifikatsiya\\_voroga\\_opiko\\_elektronnij\\_integrovanij\\_kompleks\\_101ks\\_litaka\\_su\\_57-4243.html](https://defenceua.com/weapon_and_tech/identifikatsiya_voroga_opiko_elektronnij_integrovanij_kompleks_101ks_litaka_su_57-4243.html) (дата звернення: 15.08.2022).
11. Rogoway T. The Su-57 is not an F-22, it is not meant to be, but it packs some novel attributes to offset what it lacks in stealth, at least to a limited degree. URL: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/20434/no-the-su-57-isnt-junk-six-features-we-like-on-russias-new-fighter> (дата звернення: 20.08.2022).
12. Optronique secteur frontal. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Optronique\\_secteur\\_frontal](https://en.wikipedia.org/wiki/Optronique_secteur_frontal) (дата звернення: 20.07.2022).
13. Thales on board the Dassault Aviation Rafale URL: <https://www.thalesgroup.com/en/thales-board-dassault-aviation-rafale> (дата звернення: 15.08.2022).
14. Pirate IRST. URL: [https://electronics.leonardo.com/en/products/pirate\\_irst](https://electronics.leonardo.com/en/products/pirate_irst) (дата звернення: 12.08.2022).
15. P.I.R.A.T.E versus Raptor. URL: <https://migflug.com/jetflights/p-i-r-a-t-e-versus-raptor/> (дата звернення: 26.08.2022).

*Надійшла до редколегії 15.11.2022*

*Схвалена до друку 12.12.2022*

**Відомості про авторів:**

**Яценко Володимир Жоржєвич**

кандидат технічних наук  
доцент  
начальник кафедри конструкції та міцності  
літальних апаратів та двигунів  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-7806-8078>

**Корепанов Василь В'ячеславович**

викладач кафедри радіоелектронного обладнання  
літальних апаратів  
Харківського національного університету Повітряних  
Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-2725-250X>

**Бекіров Алі Енверович**

кандидат технічних наук  
доцент  
доцент кафедри радіоелектронного обладнання  
літальних апаратів  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-6155-0597>

**Information about the authors:**

**Vladimir Yachenok**

Candidate of Technical Sciences  
Associate Professor  
Head of the Department of Design and Strength  
of Aircraft and Engines  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine.  
<https://orcid.org/0000-0002-7806-8078>

**Vasyl Korepanov**

Teacher to Aircraft's Radioelectronik Equipment  
of Department  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-2725-250X>

**Ali Bekirov**

Candidate of Technical Sciences  
Associate Professor  
Associate Professor to Aircraft's Radioelectronik  
Equipment of Department  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-6155-0597>

**ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND DEVELOPMENT TRENDS OF AIRBORNE  
INFRARED SEARCH AND TRACK SYSTEMS**

*V. Yaschenok, V. Korepanov, A. Bekirov*

*The article analyzes the state of existing modern foreign-manufactured airborne infrared systems for searching and tracking aerial and ground targets. The main requirements for prospective airborne aviation electro-optical sighting systems are formed; the main physical quantities and factors that influence the target detection ranges are given. The legitimate demand to equip (modernize) tactical aircraft of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine with modern electro-optical sighting systems is justified.*

*The concept of combat aviation development, which also describes various requirements for the aircrafts of the fifth generation, entails a reduction in the aircraft visibility within all ranges of electromagnetic radiation. This way, the most relevant way of development and modernization of the new and the existing systems for obtaining, analyzing and processing information is the transition of airborne sensors to the passive methods of obtaining information. The application of new physical principles and the usage of modern hardware and software tools when designing new airborne equipment allows to increase the target detection range and the accuracy of angular coordinate measurements. Significant functionality expansions help to realize various problem solutions, providing the pilot (operator) with a real-time scale of images of the target and the terrain, as well as to carry out range-finding at the wavelength of laser radiation within an eye-safe region of the spectrum. On the basis of the characteristic analysis of the modern systems, it was determined that the range of air target detection by modern infrared search and track systems allows conducting not only close air combat, but also medium-range combat without using an airborne radar station in passive mode. The requirements for modern electro-optical systems are stated. These requirements inter alia include the possibility of outputting information to a complex unified display system and synchronizing it with the pilot's helmet-mounted display.*

*Keywords: airborne infrared search and track systems, electro-optical sighting systems, ranging, situational awareness, critical characteristic, line of sight.*