

Башинський В.Г., Гарбуз М.І., Пінчук А.М., Богучарський В.В. Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СТАНЦІЙ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО РАКЕТНУ АТАКУ

У роботі розглянуто сучасний стан захисту авіаційної техніки від ракетних атак. Показана необхідність удосконалення та вказані шляхи перспективного розвитку систем захисту літальних апаратів.

Ключові слова: *аналіз, атакуючий боєприпас, головка самонаведення, датчики, засоби протидії, інфрачервоний, попередження про атаку, радіолокаційний, ультрафіолетовий.*

Постановка проблеми.

Узагальнення досвіду збройних конфліктів, які сталися у світі останніми роками, переконливо свідчить про те, що найбільших втрат парк літальних апаратів (ЛА) – літаків та вертольотів зазнав через застосування керованих ракет класів “повітря – повітря” та “земля – повітря”, тобто ракет, оснащених головками самонаведення (ГСН). Це обумовлено тим, що для сучасних ракет цих класів характерні висока швидкість, дальність польоту, маневреність, точність наведення та складність їх виявлення. Крім того, керовані ракети оснащуються різними системами наведення: радіолокаційними (РЛ), інфрачервоними (ІЧ), ультрафіолетовими (УФ) та лазерними активної і пасивної дії. Деякі з типів ракет оснащено комбінованими системами наведення. У зв’язку з цим, задача захисту ЛА від ураження керованими ракетами є однією із актуальних для авіації [1].

Мета статті – розроблення рекомендацій щодо створення та розвитку станцій попередження про ракетну атаку вітчизняного виробництва.

Актуальність дослідження. Станції попередження про ракетну атаку активно розвиваються у збройних силах провідних країн світу. Вдосконалюються та, в обов’язковому порядку, перевіряються в ході різноманітних збройних конфліктів.

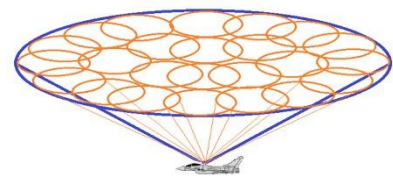
Більшість існуючих засобів захисту, що встановлено на ЛА Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, морально і фізично застарілі, розроблені в 1970 – 1980 роках з розрахунком на протидію засобам протиповітряної оборони (ППО) країн НАТО аналогічних років виготовлення та малоефективні проти сучасних засобів ППО. На літаках радянського виробництва, зокрема на Су-24М, які знаходяться на озброєнні країн пострадянського простору, встановлені тепlopеленгатори Л-082 “Мак-УЛ” (рис. 1а, 1б), на основі ІЧ датчиків, з недосконалим алгоритмом відсіювання хибних цілей. Земна поверхня характеризується великою кількістю теплових (ІЧ спалахів). З цієї причини діаграма спрямованості тепlopеленгатора охоплює лише верхню напівсферу (рис. 1в).



а)



б)



в)

Рис.1 – Тепlopеленгатор Л-082 “Мак-УЛ” на літаку Су-24М: а) загальний вигляд; б) розміщення; в) діаграма спрямованості.

Відомі випадки, коли засоби протидії не відвернули загрозу. 24 листопада 2015 року російський Су-24М виконував політ в повітряному просторі Туреччини на висоті 6000 метрів, уникаючи ураження від ПЗРК. Щоб не допустити виявлення російськими РЛС, розгорнутими на авіабазі “Хмеймім”, турецький F-16C до початку атаки виконував політ на малій висоті, в очікуванні порушника, який системно порушував турецький повітряний простір. Як результат, в той момент, коли винищувач F-16C знаходився нижче російського бомбардувальника Су-24М, ним був здійснений пуск ракети, траєкторія атакуючої ракети пройшла нижче зони огляду (діаграми спрямованості) тепlopеленгатора Л-082 “Мак-УЛ”, встановленого на борту Су-24М, екіпаж Су-24 не знав про загрозу до моменту попадання ракети в літак.

Виробництво даного типу станцій вітчизняним військово-промисловим комплексом не здійснюється. Для їх створення необхідні знання теоретичних основ побудови станцій даного призначення, розуміння алгоритму їх функціонування. Тому, проведення досліджень в інтересах авіації ЗС України щодо підвищення ефективності функціонування систем виявлення пусків ракет для забезпечення можливості своєчасного виявлення загрози, попередження про загрозу екіпажу ЛА та видачі в автоматичному режимі команди на засоби протидії є актуальним. Вирішення проблеми захисту ЛА від ракетної атаки складається з декількох етапів: виявлення пуску ракети; підтвердження, що виявлена ракета прямує безпосередньо до об'єкту захисту; ідентифікація ракети та прийняття рішення щодо застосування найбільш ефективної системи протидії. Успішне вирішення перших двох етапів задачі може бути забезпечено двома сумісними заходами – задіянням більш вибіркової системи спостереження, заснованої на використанні УФ датчиків, замість традиційних РЛ або ІЧ, а також сучасними методами обробки інформації. Основна увага в даній статті буде приділена саме УФ датчикам як новому напрямку розвитку станцій попередження про ракетну атаку та станціям, якими вони оснащені.

Виклад основного матеріалу. Серед керованих ракет класу “земля - повітря” найбільшого поширення набули переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК), типовими представниками яких є комплекси “Стінгер” (США), яких випущено з 1981 року в модифікаціях FIM92A і FIM92B понад 70 тисяч комплектів, “Містраль” (Франція) та “Стріла” (РФ). Модифікація FIM92A має ІЧ ГСН, а FIM92B – комбіновану ІЧ/УФ. Не меншу популярність отримали керовані ракети ПЗРК “Містраль”, оснащені ІЧ ГСН, які активно експортуються Францією з 1988 року (виготовлено більше 12 тис. комплектів). На пострадянському просторі використовуються ПЗРК типу “Стріла” та “Ігла” різноманітних серій з ІЧ ГСН, які користуються попитом на світовому ринку озброєння [2]. Їх російською модифікацією є ПЗРК 9К333 “Верба” (РФ) з ракетою 9М336, яка оснащена ІЧ 3-х діапазонною ГСН.

Одночасно з розвитком технологій виготовлення керованих ракет з ІЧ ГСН здійснювались розробки для захисту від ураження ними. Зокрема, прилади, що сигналізують про наявність цілей, які випромінюють тепло (в повітрі, на землі, на воді і під водою) та їх координати, стали широко застосовуватися в авіації. Важливим кроком у розвитку ІЧ технологій в авіації стала розробка та застосування системи FLIR (Forward Looking Infra Red), що дозволяє пілоту спостерігати за навколишніми об'єктами в умовах обмеженої видимості.

У ході подальших досліджень встановлено, що для двигунів ракет використовується паливо з додаванням спеціальних присадок, яке при згорянні залишає характерний слід в УФ діапазоні спектру. Це явище може бути використане для виявлення факту атаки та ідентифікації застосування такого типу боєприпасів [1]. Додаткове оснащення станцій попередження про ракетну атаку УФ датчиками, крім ІЧ, підвищує ймовірність виявлення ракети, надає “фору” у вигляді дорогоцінних секунд для протидії, а також дає змогу застосувати найбільш ефективну протидію.

Прийняття ефективних заходів протидії атакуючим боєприпасам [1] (ракеті ПЗРК (рис.2а), ракета “повітря – повітря” (рис.2б), ракета ПТРК та постріл РПГ, які становлять

загрозу завислим над землею вертольотам) залежить від своєчасного отримання інформації про наближення їх до об'єкту, що захищається.



Рис. 2а. ПЗРК типу “Верба”



Рис. 2б. Ракета “повітря-повітря”

На думку військових експертів, в оптимальному варіанті, на літаку має бути встановлений повний комплект засобів виявлення і протидії. Проте це призводить до значного здорожчання бортового обладнання) [2].

Використання інфрачервоного діапазону. Найявністю факела працюючого двигуна ракети ПЗРК під час пуску і на ділянці розгону – основна демаскуюча ознака, за якою може бути здійснено процес виділення ракети з навколишнього фону. При загальній довжині факелу до 4-5 м, його частина з максимальною потужністю випромінювання складає 2-3 м. Поперечний розмір факелу 0,6-1,2 м. Температура в зоні догорання становить близько 2700 К.

Короткохвильова ділянка ІЧ діапазону спектру (0,7-1,6 мкм) [3] може бути використана для виявлення розжарених вихлопних газів та елементів двигуна ракети; довгохвильова ділянка (8-14 мкм) – для виявлення випромінювання відносно “холодних” провідних кромки ракети, що летить з дозвуковою швидкістю; середньохвильова (3-5 мкм) – для ідентифікації атакуючого боєприпасу [1].

Теоретичні аспекти виявлення (виділення) об'єкту з навколишнього фону в ІЧ діапазоні достатньо вивчені. Використовуються багатодіапазонні фотоприймачі [3], що охоплюють діапазони 1-3 мкм, 3-5 мкм і 8-14 мкм.

Використання ультрафіолетового діапазону. Ультрафіолетовим називається електромагнітне випромінювання, яке займає діапазон між рентгенівським і видимим випромінюванням – від 400 нм до 10 нм [4]. Відповідно до ГОСТ 8552-86 спектр УФ випромінювання ділиться на три частотні діапазони:

УФ-А (довгохвильовий УФ) – від 315 нм до 400 нм;

УФ-В (середньохвильовий УФ) – від 280 нм до 315 нм;

УФ-С (короткохвильовий УФ) – від 200 нм до 280 нм.

За класифікацією міжнародної комісії по освітленню (CIE) межі діапазонів співпадають із вищезазначеними за виключенням нижньої межі УФ-С, яка становить 100 - 280 нм. У зарубіжній технічній літературі, цілком логічно, зустрічається четвертий діапазон, УФ-вакуумний – від 10 нм до 200 нм, а також використовуються різноманітні аббревіатури, без зазначення частотних показників [2]. Дані щодо аббревіатур УФ діапазонів, довжини хвиль та кількості енергії на фотон наведені в таблиці 1.

Дані щодо абревіатур УФ діапазонів, довжини хвиль та кількості енергії на фотон

Найменування	Абревіатура	Довжина хвилі, нм	Кількість енергії на фотон, еВ
Ближній	NUV	400 - 300	3,10 - 4,13
Середній	MUV	300 - 200	4,13 - 6,20
Дальній	FUV	200 - 122	6,20 - 10,2
Екстремальний	EUV, XUV	121 - 10	10,2 - 124
Вакуумний	VUV	200 - 10	6,20 - 124
УФ(А) довгохвильовий діапазон, “чорне світло”	UVA	400 - 315	3,10 - 3,94
УФ(В), середній діапазон	UVB	315 - 280	3,94 - 4,43
УФ(С), короткохвильовий, герміцидний діапазон.	UVC	280 - 100	4,43 - 12,4

Ділянку УФ випромінення від 200 нм до 400 нм традиційно називають близьким УФ випроміненням, а 10 - 200 нм – дальнім або вакуумним. Остання так названа з причини інтенсивного поглинання випромінення атмосферою, в результаті чого його розповсюдження спостерігається лише у вакуумі.

Випромінення в діапазоні UVA слабо поглинається атмосферою. Тому сонячна радіація, яка досягає поверхні Землі, значною мірою складається з ближнього ультрафіолету UVA і в незначній мірі UVB. Практично весь UVC і приблизно 90% UVB поглинається озоном, а також водяною парою, киснем і вуглекислим газом. Перевагами діапазону UVC є те, що в ньому відсутнє фонове випромінення, завдяки чому досягається висока чутливість. Спеціалісти називають цей діапазон “solar blind”, оскільки детектори цього діапазону працюють без завад на яскравому сонці. Недоліком є те, що існує мало приймачів, які працюють в цьому діапазоні з необхідними характеристиками. Найбільш прийнятною є короткохвильова ділянка або діапазон UVC з довжиною хвилі 100 - 280 нм. Це, вже згаданий вище, сонячно-сліпий “solar blind” діапазон [2].

Твердотільні фотоприймачі на основі широкозонних матеріалів представляють собою фоторезистори, фотодіоди на основі р-п переходів, n-i-p структур і діодів Шоттки, польових фототранзисторів з бар'єром Шоттки або на базі МДП-структур. Фоторезистори, створені на основі шарів GaP:Cu, мають високий коефіцієнт підсилення. Перспективними вважаються фоторезистори на основі нітриду галію, нітриду алюмінію і твердих розчинів $Al_xGa_{1-x}N$. Змінюючи співвідношення Al/Ga в твердому розчині, можна отримувати датчики з різною спектральною чутливістю у широкому діапазоні спектру від 3,4 еВ (GaN) до 6,2 еВ (AlN) [5].

Закордонними фірмами, зокрема російськими, вже розроблено технологію виготовлення датчиків короткохвильового УФ випромінювання на базі композиції AlN-Al₂O₃, яка забезпечує високу спектральну чутливість в діапазоні 180 - 280 нм. У цьому випадку нанесення захисних шарів на фотоприймачі, які негативно впливають на їх спектральну чутливість, не потрібно [6].

Фоторезистори. Освоєна [1] технологія виготовлення УФ фоторезисторів на природному алмазі для спектрального діапазону 190 - 300 нм.

Фотодіоди мають спектральну характеристику подібну до фоторезисторів, але є більш швидкодіючими.

Застосування фотоприймачів на основі GaP забезпечує селективне детектування. Фотодіоди з бар'єром Шоттки на основі GaP чутливі в діапазоні 200 - 500 нм. Лінійна залежність фотоструму від випромінювання, інтенсивність якого змінюється, зберігається в широкому діапазоні, а фоточутливість з підвищенням температури змінюється слабо. За відсутності освітленості, фотодіод працює в режимі звичайного діоду. Струм германієвих

фотодіодів, у затемненому стані, дорівнює 10 - 30 мкА, у кремнієвих 1-3 мкА. Якщо в фотодіодах використовувати обернений електричний пробій, який супроводжується лавинним збільшенням носіїв заряду, як у напівпровідникових стабілітронах, то фотострум, а відповідно, і чутливість значно збільшаться. Чутливість лавинних фотодіодів може бути значно вища, ніж у звичайних (у германієвих – в 200 - 300 разів, у кремнієвих – в 104 - 106 разів). Лавинні фотодіоди – швидкодіючі фотоелектричні прилади, їх частотний діапазон може досягати 10 ГГц. Недоліком лавинних фотодіодів є високий рівень шумів у порівнянні зі звичайними фотодіодами.

Для реєстрації УФ випромінювання використовуються польові фототранзистори, в основі функціонування яких лежить зміна провідності залежно від освітленості. Фототранзисторам, на основі МДП структур і бар'єру Шоттки, притаманна висока чутливість, що забезпечує високу швидкодію.

Інтегральні УФ датчики – це мікросхеми, які виготовлені за технологією SOI – CMOS (Silicon - On - Insulator Complementary Metal Oxide Semiconductor). Замість звичайної кремнієвої використовується підкладка з інтегрованим шаром діелектрика, за рахунок чого вдається знизити напругу живлення і струм витоку. До складу приладу входить приймальний елемент і аналогові вихідні кола, які сформовані на одному кристалі. Це дозволяє зменшити кількість компонентів, вартість і габарити пристроїв [6].

В СРСР, а нині у Російській Федерації, випускались та випускаються фотоелементи, чутливі до УФ випромінювання [7]. Основні характеристики УФ датчиків радянського та російського виробництва представлені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Основні характеристики УФ датчиків радянського та російського виробництва

№ п/п	Назва фотоелементу та його короткий опис	Робочий діапазон (мкм)
1	Фоторезистори на основі сульфїду кадмію типу СФ2-18 і СФ2-19 є найпростішими датчиками	$\Delta\lambda = 0,3 - 0,4$; $\lambda_{\text{макс}} = 0,35$
2	Фотодіоди кремнієві типу КДФ105А, КДФ117А1, ФД-288А, ФД-304М-01, ФД-307, ФДК-142, ФДК-142-01, ФД “Квант”, ФД “Граніт”, ФД-УФ1. Характеризуються широким спектральним діапазоном	$\Delta\lambda = 0,3 - 0,4$; $\lambda_{\text{макс}} = 0,35$
3	Фотодіоди кремнієві ФДУК-100УТ, ФДУК-10УТ, ФДУК-2УТ, ФДУК-2УП, ФДУК-11УТ, ФДУК-8УС, ФДУК-5У, ФДУК-1УСТ. Притаманна висока стабільність чутливості в надширокому спектральному діапазоні	$\Delta\lambda = 0,19 - 1,1$; $\lambda_{\text{макс}} = 0,96$
5	Фотодіоди УДФ-01-01 и УДФ-04-16, призначені для реєстрації ультрафіолетового випромінювання у діапазоні 0,19 - 0,45 мкм. Фоточутливий елемент виготовлений з селенїду цинку (ZnSe). Прилади розміщені в стандартних металоскляних корпусах типу ТО-5 або КТ-1	$\Delta\lambda = 0,19 - 0,45$; $\lambda_{\text{макс}} = 0,35$
6	Фотоприймальні прилади ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8, ФПУ-9, ФПУ-100, представляють собою пристрої, які об'єднують в одному корпусі фоточутливий елемент (ФД-серії ФДУК) та операційний підсилювач. Фотоприймальні прилади розміщуються в герметичних металоскляних корпусах з підвищеним захистом вхідних ланцюгів від електромагнітних завад. Передбачена можливість встановлення зовнішнього резистору зворотнього зв'язку (до 10 ГОм). Зовнішній вигляд, габаритні розміри та базова схема ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8 і ФПУ-9 представлені на рисунку 3	$\Delta\lambda = 0,19 - 1,1$

7	<p>Фотоприймальний прилад ФПУ ФД, призначений для реєстрації УФ та світлових променів у діапазоні від 190 до 1100 нм. Пристрій складається з фотодіоду і попереднього підсилювача з АЦП, який перетворює аналоговий сигнал у цифровий з частотою 40 кГц (25 мкс на один цикл АЦП), та мікропроцесором з виходом на шину ІС. ФПУ ФД розміщено в нестандартному металевому корпусі. Зовнішній вигляд, габаритні розміри та відносна спектральна характеристика ФПУ ФД представлена на рисунку 4</p>	<p>$\Delta\lambda = 0,19 - 1,1$; $\lambda_{роб} = 0,255$</p>
8	<p>Трьохканальний фотоприймальний пристрій ФУР137Л на основі фотодіоду з бар'єром Шоттки з фосфориту галію. Призначений для застосування у високочутливих малогабаритних пристроях УФ діапазону. Характерна висока оптична вибірковість УФ випромінювання: чутливість до довжини хвиль понад 0,5 мкм – не більше 1%</p>	<p>$\Delta\lambda = 0,3 - 0,42$; $\lambda_{роб} = 0,37$</p>

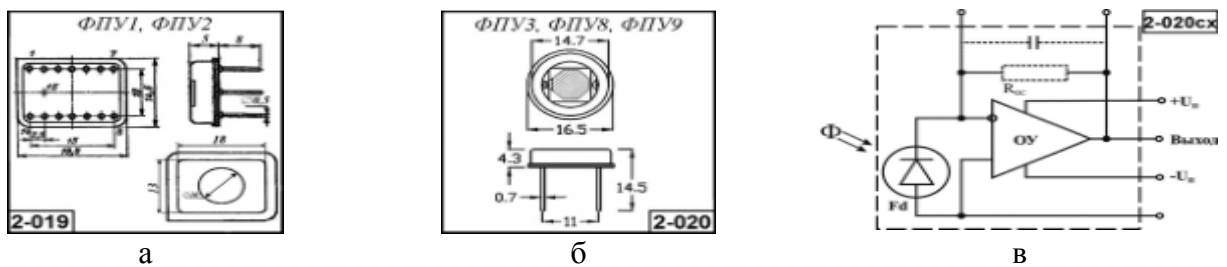


Рис.3. Зовнішній вигляд (а), габаритні розміри (б) та базова схема фотоприймальних пристроїв (в) ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8 та ФПУ-9

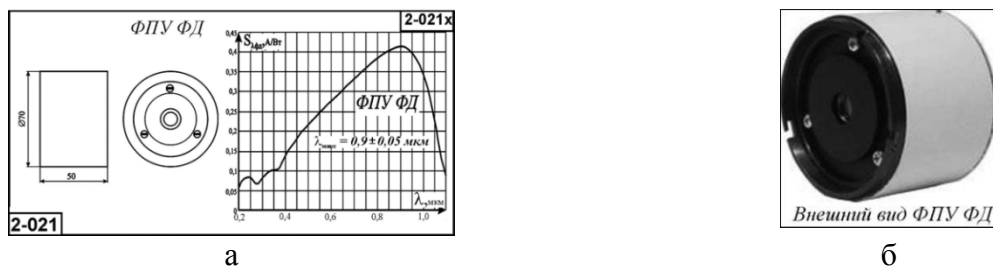


Рис.4. Габаритні розміри та відносна спектральна характеристика ФПУ ФД (а), зовнішній вигляд (б).

Одним з виробників УФ датчиків є компанія GunUV (РФ). У датчиках цієї компанії застосовуються широкозонні напівпровідникові матеріали (твердих розчинів GaN, InGaN, AlGaN), тому вони реагують тільки на УФ складову спектру і характеризуються низькими значеннями “затемненого” струму. Діапазон їх робочих температур від мінус 30°С до плюс 85° С. Зовнішній вигляд цих датчиків зображено на рисунку 5.

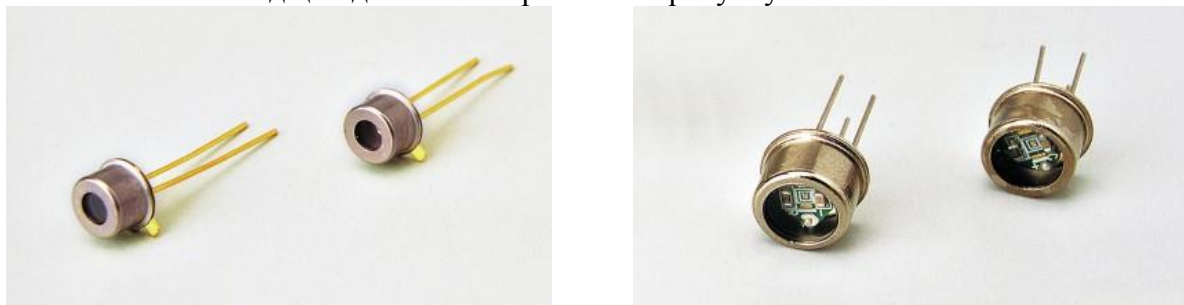


Рис.5. Зовнішній вигляд УФ датчиків компанії GunUV

Сучасний стан оснащення літальних апаратів станціями попередження про ракетну атаку та їх короткий огляд.

Фірма EADS (ФРН) на базі датчиків УФ випромінювання розробила систему виявлення пуску ракет MILDS AN/AAR-60 (рис. 6). Дана система здатна виявляти не тільки пуск ракет “повітря-повітря” та “земля-повітря”, а й пуск ракет з ПТРК та постріл з РПГ. УФ датчики можуть бути інтегровані безпосередньо в бортовий комплекс оборони (БКО) ЛА. Даний підхід реалізований в БКО “Президент” (РФ), яким оснащені вертольоти КА-50 (рис. 7).



Рис. 6. Станція AN/AAR - 60/MILDS



Рис. 7. БКО “Президент-С” на КА-50.

AN/AAR-47 (США). Миттєвий огляд в УФ діапазоні. Маса 28 кг. Визначає пеленг і дальність до ракети. Спряжена зі станцією попередження про радіолокаційне опромінення AN/APR-39A, автоматичним пристроєм викиду теплових пасток (AN/ALE-47) і системою відстрілу дипольних відбивачів AN/ALE-39. Дані з шести датчиків обробляються процесором автономно. Споживча потужність 100 Вт. Перебувають на озброєнні ЛА ВПС, ВМС та СВ США, Великобританії, Канади та інших країн. AN/AAR-47(V)1 – базова версія з ІЧ детекторами. В AN/AAR-47(V)2 додатково встановлені лазерні датчики оптичних сенсорних модулів та УФ детектори, розширений діапазон робочих температур і термін експлуатації, підвищена чутливість, поліпшені характеристики виявлення та завадозахищеності. Здатна виявляти постріл РПГ і слід трасуючих боєприпасів. Застосовується на літаках C-130; C-141; C-5, C-17 та військовотранспортних вертольотах.

AN/AAR-54, MAWS (США) (рис.8). Миттєвий огляд в УФ діапазоні по азимуту 360° і 120° по куту місця. У станції використовується 4 - 6 датчиків. Забезпечує факт виявлення пуску ракет на відстані до 15 км з похибкою не гірше 1°. Розроблена для використання на літаках F-16; C-130; C-141, вертольотах SH-70; UH-60; CH-47 та БМП. Маса 6,7 кг.



Рис.8. Станція AN/AAR-54, MAWS

AN/AAR-56/MLD (США) (рис. 9). Миттєвий огляд в УФ діапазоні по азимуту 360° (формують 6 датчиків по 60°). Станція розроблена фірмою “Локхід Мартін” спеціально для літаків F-22. Спряжена з пристроєм автоматичного викиду хибних цілей AN/ALE-52.

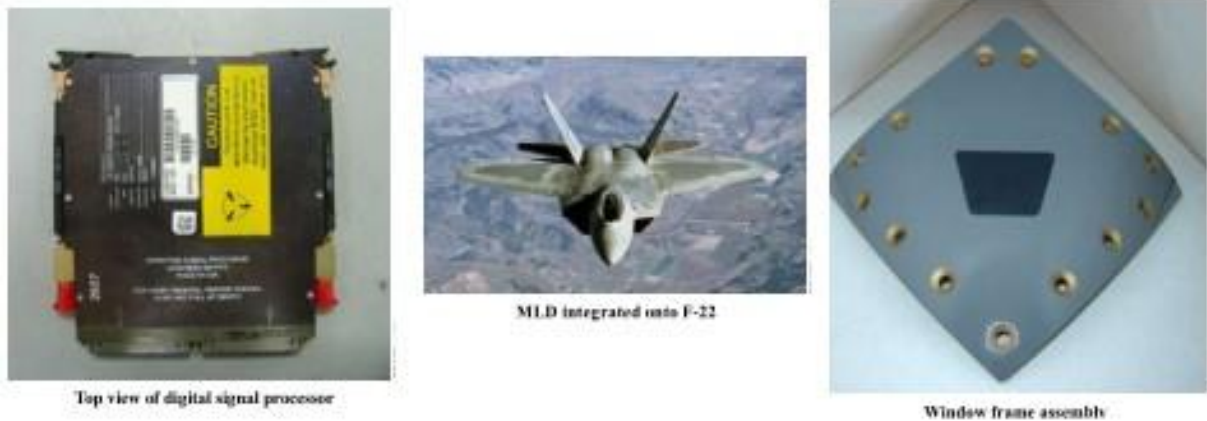


Рис. 9. Станція AN/AAR-56/MLD

AN/AAR-57/CMWS (США (рис. 10)). Миттєвий огляд в УФ діапазоні. У станції використовується до 6 датчиків. Кут огляду 120°. Станція розроблена для використання в комплексі оптоелектронної протидії AN/ALQ-212 і функціонування в автономному режимі. Маса кожного датчика 1,4 кг. Діаметр 8 см. Довжина 11 см. Споживча потужність 10 Вт. Розміри (23×13×28) см. Застосовується на літаках F-15; F-16; F-18; AV-8; C-5; C-17; C-130; C-141; RC-12, вертольотах AH-64 та конвертопланах V-22.

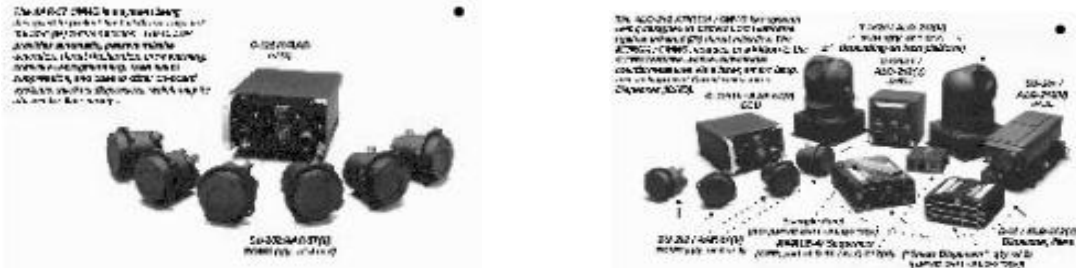


Рис. 10. Станція AN/AAR-57/CMWS

AN/AAR-58 (США). Сканування в ІЧ-діапазоні по азимуту 360° і 135 по куту місця. Є модернізованим варіантом AN/AAR-44. Похибка визначення напрямку на джерело випромінювання не більше 1°. Застосовується на літаках F-15; F/A-18; A-10; C-5; C-130; C-141; CV-22; RC-135, вертольотах “Німрод-MRA4” та ударних вертольотах. Маса 9 кг.

AN/AAR-60/MILDS (ФРН, США). Сканування в ІЧ та УФ діапазонах по азимуту 360°. У станції використовується 4 або 6 датчиків. Роздільна здатність не гірше 1°. Споживча потужність станції в цілому від 70 до 100 Вт, а кожного датчика не перебільшує 14 Вт. Розмір датчика: (12,0×10,7×10,8) см. Застосовується на літаках F-16; C-130; P-3 “Оріон” і вертольотах UH-1; CH-47; Eurocopter Tiger; NH-90. Маса станції 9,2 кг.

DDM/SAMIR (Франція). Миттєвий ІЧ огляд по азимуту 360° і 60° по куту місця. Похибка визначення напрямку на джерело випромінювання не більше 2,5°. Одночасно відслідковує до 40 цілей. DDM2000 входить до складу комплексу індивідуального захисту літаків ICMS (радіоелектронної протидії і розвідки).

MAW-200 (ЮАР). Миттєвий УФ огляд по азимуту 360° (при використанні 4-х датчиків). Забезпечується виявлення фактів пуску ракет на відстані до 5 км з похибкою не більше 5°. Одночасно відслідковується до 8 цілей. Може входити до складу інтегрованого комплексу попередження про радіолокаційне та лазерне опромінення MSWS. Маса 7-15 кг.

PAWS (Ізраїль). Миттєвий ІЧ огляд. У модифікаціях PAWS-1 використовується 4 датчики з кутами огляду 100° по азимуту та до 70° по куту місця. Встановлюється на ударні вертольоти. У модифікаціях PAWS-2 використовується 6 датчиків з кутами огляду 102° по азимуту та 102° по куту місця. Станція має високий рівень хибних тривог, спряжується зі

станціями попередження про радіолокаційне і лазерне опромінення та пристроями викиду ІЧ-пасток і дипольних відбивачів. Застосовується на F-16. Маса 11-17 кг.

Gutar 300/350 (Ізраїль). Миттєвий УФ огляд по азимуту 360° та до 98°/120° по куту місця. Низький рівень хибних тривог. Голосове та світлове сповіщення про небезпеку. Встановлюється на військово-транспортні літаки та вертольоти. Маса 15 кг.

AN/AAQ-37 (США). Складається з УФ та ІЧ датчиків. Забезпечує поле зору 360 градусів. Спряжена з піропатронами MUU-68 MUU-69.

AN/ALQ-153(США). Встановлена на B-52. Спряжена з автоматичним пристроєм відстрілу хибних теплових цілей – AN/ALE-20, з автоматичним пристроєм викиду дипольних відбивачів – AN/ALE-24 та автоматом відстрілу – AN/ALE-52.

Розвиток станцій попередження про ракетну атаку є одним з найбільш перспективних напрямів вдосконалення системи протидії керованим ракетам [2].

Висновок:

1. Для отримання інформації про навколишнє оточення в пасивному режимі можуть бути використані ультрафіолетовий і інфрачервоний діапазони спектру електромагнітних хвиль.

2. Основними демаскуючими ознаками факту пуску ракети є:

- теплове випромінювання розжарених вихлопних газів і двигуна ракети під час пуску і розгону, а також елементів корпусу ракети, що нагріваються у польоті;

- сліди згоряння ракетного палива, що залишають характерний слід в УФ діапазоні спектру.

3. Для виявлення факту атаки та ідентифікації типу боєприпасу може бути використана ділянка УФ випромінювання з довжиною хвилі 100 – 280 нм. Приймачі, що працюють у цьому діапазоні, забезпечують детектування випромінювання з високою чутливістю.

4. Інтеграція станції попередження про ракетну атаку (або ІЧ та УФ –датчиків, як окремих складових) у систему інформаційного керування захистом ЛА, забезпечить підвищення його рівня захищеності не лише за рахунок індикації про ракетну атаку, але і шляхом використання засобів протидії.

5. Застосування датчиків УФ діапазону є перспективний напрямок розвитку станцій попередження про ракетну атаку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Глебов В.В. Про рішення проблеми виявлення атаки протитанкових керованих ракет / В.В.Глебов, В.І.Гордієнко // Механіка та машинобудування. Транспортне машинобудування. – 2013. – Вип. № 1. – С. 48-60.

2. Харченко О.В. Шляхи оснащення літальних апаратів Збройних Сил України засобами захисту / О.В. Харченко, С.В. Пашенко, В.В. Тараненко // Наука і оборона. – 2015. – №2. – С. 33-38.

3. Криксунов Л.З. Инфракрасные системы обнаружения, пеленгации и автоматического сопровождения движущихся объектов / Л.З. Криксунов, И.Ф. Усольцев. – М.: Советское радио, 1964. – 224 с.

4. Фигаро В.А. Приёмники излучения: конспект лекций по одноименному спецкурсу для студ. спец. G 31 04 02 “Радиофизика” / В.А.Фигаро. – Мн.: Белгосуниверситет, 2004. – 116 с.

5. Корляков А.В. Сенсоры “жесткого” ультрафиолетового излучения на основе широкозонных материалов / А.В. Корляков, В.В. Лучинин, М.В. Четвергов / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. Центр микротехнологии и диагностики. – 2013.

6. Виноградова Е.П. Современные средства детектирования УФ излучений и их применение [Текст] / Е.П. Виноградова, Р.С. Грошев, В.Д. Зотов // Труды конференции “Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения”. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, октябрь 2010. – С. 533-541.

7. Бараночников М.Л. Приемники и детекторы излучений: справочник. / М.Л. Бараночников. – М: ДМК, 2012.

Башинський Володимир Георгійович

лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0966-5714>
e-mail: dndivs@ukr.net

Гарбуз Микола Іванович

старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3301-6327>
+38093-60-10-558

Пінчук Андрій Миколайович

начальник лабораторії науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3571-7194>
+38067-430-18-36

Богучарський Володимир Володимирович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-4335-1287>
+38098-914-81-18

Bashynskiy Volodymyr

The Laureate of State Prize of Ukraine in sphere of science and technique, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Chief of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0966-5714>
e-mail: dndivs@ukr.net

Mykola Garbuz

Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3301-6327>
+38093-60-10-558

Andriy Pinchuk

Chief of Laboratory of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3571-7194>
+38067-430-18-36

Volodymyr Bohucharskyi

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-4335-1287>
+38098-914-81-18

**DIRECTIONS FOR DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT
OF MISSILE ATTACK EARLY WARNING STATIONS
V. Bashynskiy, M.Garbuz, A.Pinchuk, V.Bohucharskyi**

The article explains the current state of aviation armament and equipment protection from missile attacks. The necessity of improvement and ways of prospective development for aircraft protection systems are considered in the work. The analysis of the directions for solving the problem of detecting a missile attack on an aircraft is performed. There has also been given a solid consideration for methods and means for detecting the launch and flight of a missile in the infrared and ultraviolet band of electromagnetic waves.

The source of ultraviolet emission, in particular the additives of rocket fuel in the process of combustion, is considered. A brief description of the frequency bands of the spectrum of ultraviolet emission and their classification in accordance with the current regulations of Ukraine and the classification of the International Commission on Illumination (Fr.-CIE) is provided. Considerable attention is paid to the frequency band called "solar blind". The basic characteristics of the ultraviolet sensors of the Soviet and Russian production are given. A brief overview of the missile attack early warning stations of foreign production, mentioning the aircraft on which they are installed is performed. Operational characteristics' features of these stations are described in a concise way. The specifications of early warning stations are also given. The necessity of close interaction of these stations with the means of countermeasures, with the prospect of full integration with the onboard aircraft defense complex is shown.

Keywords: *analysis, attacking munition, self-homing head, sensors, countermeasures, infrared, attack early warning, radio-locating, ultraviolet.*