

УДК 621.39

DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.4\(36\).20-28](https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.4(36).20-28)

О. О. ЗВЕРЕВ, кандидат технічних наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0003-2274-3115>

Ю. Я. МЕЛЕНКО, кандидат технічних наук
<https://orcid.org/0000-0002-1805-204X>

С. М. ПЕТРУК, кандидат технічних наук,
старший дослідник
<https://orcid.org/0000-0002-9644-1550>

Д. В. РАМШОВ, кандидат технічних наук
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО МОБІЛЬНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ НА БАЗІ АВІАЦІЙНИХ РАКЕТ ДЛЯ БОРОТЬБИ З КРИЛАТИМИ РАКЕТАМИ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

В статті розглянуті питання аналізу досвіду світових розробників мобільних зенітних ракетних комплексів, а також можливостей підприємств оборонно-промислового комплексу України щодо створення вітчизняного мобільного зенітного ракетного комплексу в інтересах протиповітряної оборони для боротьби з крилатими ракетами. Розглянуті тактико-технічні характеристики крилатих ракет типу «Калібр» збройних сил російської федерації та визначений загальний підхід до створення вітчизняного зразка, спроможного здійснювати виявлення і ураження ворожих ракет вказаного типу.

Ключові слова: воєнний стан, ракетні удари, ракети ЗМ14 і ЗМ54, мобільний зенітний ракетний комплекс.

ВСТУП

Починаючи з 24 лютого 2022 року російська федерація почала збройну агресію проти України із масованим застосуванням всього арсеналу наявних ракет. Серед основних засобів ураження – дозвукові крилаті ракети типу «Калібр» різного базування: морського, наземного та повітряного. Частина ракет долають протиповітряну оборону нашої держави і уражають намічені цілі, чим спричиняють значні жертви серед мирного населення, руйнування цивільної та військової інфраструктури України.

Противник наносив ракетні удари по аеродромах країни, військових та цивільних об'єктах, метою яких було позбавлення можливості дій бойової авіації ЗС України шляхом знищення літаків у місцях базування, руйнування злітних полос, знищення інфраструктури летовищ. Противник шляхом нанесення ракетних ударів, у тому числі з морських носіїв, мав за мету максимально знекровити економіку та нанести поразку Збройним Силам України. Спостерігались методичні удари по нафтобазах, нафтопереробних заводах, аеродромах. Ракетні удари наносились та продовжують наноситись по транспортним комунікаціям: залізничним і автомобільним шляхам, залізничним вузлам. Здійснюються спроби відрізання формування ЗС від шляхів постачання.

Станом на кінець березня 2022 року кількість запущених по території України ракет з територій рф, республіки білорусь та з акваторії Чорного моря обчислюється у сотнях одиниць. Ті з них, які подолали нашу протиракетну оборону, завдали значних людських жертв, руйнувань майна різних форм власності і збитків українському народу відповідно. Одними з перших військових завдань ворога було подавлення як стаціонарної, так і маневреної компонент протиповітряної і протиракетної оборони Збройних Сил України для завоювання переваги у повітряному просторі України.

За таких умов необхідно у вкрай стислий термін створити дієву протидію ракетним засобам повітряного нападу ворога, насамперед крилатим ракетами. На базі існуючої ракетної школи наша держава повинна у вкрай стислий термін підвищити власні спроможності щодо виявлення та знищення крилатих ракет у зоні своєї відповідальності. Особлива актуальність цього питання виникла в умовах запровадженого воєнного стану.

Тому питання належного захисту від ракетної загрози з суходолу та морського напрямку за рахунок створення сучасного мобільного зенітного ракетного комплексу (МЗРК) малої дальності на базі авіаційних ракет є актуальним.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Аналіз світового досвіду показує, що для боротьби з крилатими ракетами провідними країнами розроблені ЗРК малої дальності на базі існуючих ракет класу «повітря – повітря». Так німецько-французька компанія Diehl Defence виробляє зенітні ракетні комплекси (ЗРК) IRIS-T SLS/SLM [1]. Перші тести були проведені у ЮОП на полігоні Overberg test range. Починаючи з 2011 року пропонуються на експорт. В 2022 році очікується поставка ЗРК IRIS-T SLM для Повітряних Сил Збройних Сил України.

Норвезька компанія Norwegian Kongsberg і американська компанія Raytheon розробили ЗПК NASAMS (Norwegian/National Advanced Surface-to-Air Missile System) [2]. Цей ЗПК створений спеціально для ураження низьколетячих крилатих ракет. В якості засобу ураження ЗПК застосовує ракети, розроблені на базі авіаційних: ближньої дії: AIM-9X (Дур=10 км); малої дальності AMRAAM (AIM-120A, Дур=25 км) і AMRAAM ER (Дур=40 км). Усі ракети розробки і виробництва американської компанії «Raytheon». Урядом США анонсовано поставку декількох таких ЗПК Повітряним Силам Збройних Сил України до кінця 2022 року.

Також американська компанія «Raytheon» виробляє ЗПК SL-AMRAAM (Surface-Launched AMRAAM) з зенітними керованими ракетами (ЗКР) на базі авіаційних ракет AIM-120 AMRAAM та AIM-9X. Максимальна дальність стрільби ЗПК складає 33 км. Даний ЗПК стоїть на озброєнні у Іспанії, Норвегії, Омані, Фінляндії та США.

Ізраїль розробив ЗПК SPYDER з ЗКР на базі авіаційних ракет «Python» та «Derby» [3]. Досвід бойового застосування показує високу ефективність таких комплексів, особливо в умовах активної протидії. Так в 2008 році під час грузино-російської війни комплексом SPYDER було знищено Ту-22МР та Су-25 рф. Цей комплекс стоїть на озброєнні в 4-х країнах світу та запланований до подальших поставок.

Під час повітряної кампанії НАТО проти Югославії у 1999 році югославськими Воєнно-технічним інститутом VTI (Vojno-Tehnicki Institut) та Повітряно-дослідним центром VTO (Vazduhoplovno-Opitni Centar) були розроблені двоступеневі зенітні ракети RL-2 і RL-4 на базі радянських ракет «повітря – повітря» з інфрачервоним наведенням Р-60МК та Р-73 шляхом додавання до ракет прискорювачів власної розробки.

В табл. 1 наведені основні тактико-технічні характеристики (ТТХ) сучасних ЗПК на базі ракет класу «повітря – повітря», які розроблені США, країнами Європи та російською федерацією.

Як видно із табл. 1, в ЗПК, які розроблені на базі ракет класу «повітря – повітря», застосовуються такі типи головок самонаведення (ГСН): інфрачервоні ГСН та радіолокаційні ГСН (напівактивні або активні). Максимальна дальність ураження такими ЗПК складає до 50 км. Відповідно до класифікації зенітних ракетних комплексів за дальністю стрільби наведені ЗПК є комплексами малої дальності (дальня межа зони ураження складає від 12 до 40 км).

Виходячи з аналізу світового досвіду щодо розробки таких ЗПК, можна зробити висновок, що для розробки будь-яких ЗПК, в тому числі мобільних ЗПК на базі авіаційних ракет класу «повітря – повітря», необхідно мати три основні складові [4]:

Таблиця 1. ТТХ сучасних ЗПК на базі ракет класу «повітря – повітря»

Найменування ЗПК	Компанія-розробник	Зенітна керована ракета	Тип головки самонаведення	Дальність ураження ЗПК, км	Дальність ураження авіаційного комплексу, км
Chaparral	Lockheed Martin (США)	Sidewinder-1C (AIM-9D) – MIM-72A	ІЧ АН/DAW-2	Від 0,5 до 9,0 (MIM-72G)	До 18 (AIM-9D)
Sea Sparrow	Raytheon (США)	AIM-7F Sparrow	Н/АРЛ ГСН	До 19	50
		ESSM	Н/АРЛ ГСН	До 50	Аналогу немає
SPYDER	Rafael, IAI (Ізраїль)	Python 5	ІЧ	Від 1 до 15 (SPYDER-SR)	До 15
		Derby	АРЛ ГСН	Від 1 до 35 (до 50) (SPYDER-MR)	До 63
VL Mica	MBDA (Європа)	IR Mica	ИК ГСН	До 10	От 0,5 до 60
		RF Mica	АРЛ ГСН		
SLAMRAAM,	Raytheon (США),	AIM-120 AMRAAM	АРЛ ГСН	Від 2,5 до 25	До 48
NASAMS	Kongsberg (Норвегія) – Raytheon (США)	AIM-9X Sidewinder	ІЧ ГСН	До 10	До 18,2
		AMRAAM ER	АРЛ ГСН	До 40	Аналогу немає
IRIS-T SL	Diehl BGT Defence (Німеччина)	IRIS-T	ІЧ ГСН	До 20 км	25
Pracka – RL-2	VTI & VTO (Югославія)	P-60МК	ІЧ	н/д	До 8
Pracka – RL-4		P-73	ІЧ	н/д	До 20
ЗПК на базі PBB-AE	«Тактичне ракетне озброєння» (росія)	PBB-AE	АРЛ	Від 1,2 до 12	Від 0,3 до 80

- науково-технічний потенціал і наявність відповідно науково-технічного заділу;
- виробничі потужності;
- фінансові ресурси.

За наявності належного фінансування визначальними є перша та друга складові.

Стосовно першої складової слід зазначити, що Україна в спадок від СРСР отримала розгорнуту систему науково-дослідних інститутів (НДІ). Ці НДІ мали відношення до «критичних технологій», що забезпечують створення зразків озброєння та військової техніки, які спроможні успішно протидіяти іноземним зразкам і не можуть бути гарантовано імпортованими та сприяють вирішенню найважливіших технологічних проблем у сферах національної безпеки і оборони держави. Серед таких технологій найважливішими є технології щодо розробки радіоелектроніки, радіолокаційних засобів та лазерної техніки, а також виявлення малопомітних цілей.

Стосовно другої складової можна зазначити, що Україна успадкувала значну кількість підприємств оборонної промисловості. До їх числа входили як унітарні виробництва, так і багатопрофільні виробничі об'єднання, у тому числі, з власними НДІ і конструкторськими бюро.

Але разом з наявністю цих двох складових в Україні досі відсутні: вітчизняна школа та спеціалізоване конструкторське бюро зі створення ЗРК; низка критичних технологій, що необхідна для розробки окремих складових ЗРК; напрацьована кооперація вітчизняних підприємств у цій галузі; відповідні напрацювання щодо протидії сучасним засобам радіоелектронного подавлення, які б можливо було використати під час створення вітчизняного ЗРК.

Можливими варіантами вирішення зазначеної проблеми можуть бути:

1. Закупівля мобільного ЗРК на базі авіаційних ракет класу «повітря – повітря» із необхідними тактико-технічними характеристиками за кордоном. Але, враховуючи вартість таких ЗРК, вони можуть розглядатися лише як варіант часткового вирішення проблеми створення ефективної системи протиповітряної оборони (ППО) України.

2. Створення зазначеного ЗРК у кооперації підприємств України та іноземних підприємств, які спеціалізуються на розробці та виробництві таких ЗРК, для зниження ризиків успішної реалізації проекту розробки. Ймовірність створення ЗРК за таким варіантом вважається вкрай низькою.

3. Розробка зазначеного ЗРК кооперацією підприємств оборонної промисловості України з урахуванням досвіду вітчизняних підприємств, зокрема Державного підприємства «Державне Київське конструкторське бюро “Луч”», Державного підприємства «Конструкторське бюро “Південне”» тощо. Ці українські підприємства мають низку напрацювань у сфері створення власного ЗРК. Реалізація їх рішень буде набагато дешевшою, враховуючи, що значна кількість комплектуючих уже існує в серійному виробництві.

Мета статті полягає в тому, що на основі аналізу досвіду світових розробників мобільних зенітних ракетних комплексів, можливостей підприємств обороно-промислового комплексу України щодо створення вітчизняного

мобільного ЗРК в інтересах протиповітряної оборони та тактико-технічних характеристик крилатих ракет типу «Калібр» збройних сил російської федерації, які масово застосовуються по території України, в умовах запровадженого воєнного стану визначити загальний підхід до створення вітчизняного мобільного ЗРК для боротьби з крилатими ракетами, його основні тактико-технічні характеристики, шляхи комплексування складових частин у комплекс, спроможний здійснювати виявлення і ураження ворожих ракет вказаного типу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Крилата ракета «Калібр» (рф) це оновлена розробка радянської ракети 3М10, яку здійснило ОКБ-8 (науково-виробниче підприємство «Новатор»). Ракета 3М10 є копією американської крилатої ракети «Tomahawk». Наземна версія ракети 3М10 для комплексу РК-55 була на озброєнні союзу лише декілька років, адже потім її заборонили договором про ліквідацію ракет середньої та меншої дальності між СРСР та США, який підписали у грудні 1987 року.

Виходячи з аналізу відкритих джерел [5–13], можна зазначити, що особливістю цих ракет є їхня універсальність. Їх можна запускати як з кораблів та підводних човнів, так і з літаків та наземних пускових установок. Головна небезпека крилатих ракет цього типу полягає, по-перше, в їх швидкості, яка складає 180–240 м/с. По-друге, ці ракети йдуть на малих висотах і фактично можуть лавірувати з урахуванням рельєфу місцевості. Це знижує ефективність роботи по ній не лише засобів протиповітряної оборони (ППО) України, а й ППО країн НАТО.

На озброєнні російської федерації є чотири типи ракетних комплексів «Калібр»:

- ракетні комплекси «Калібр» для озброєння підводних човнів (Калибр-ПЛЭ, експортне позначення Club-S);
- ракетні комплекси для озброєння бойових надводних кораблів (Калибр-НКЭ, експортне позначення Club-N);
- мобільні ракетні комплекси «Калібр-М» (експортне позначення Club-M);
- комплекси ракетної зброї авіаційного базування «Калібр-А» (експортне позначення Club-A).

На рис. 1 наведені складові частини ракети 3М-14.

Основні тактико-технічні характеристики ракет комплексу «Калібр» наведені в табл. 2.

За результатами досліджень уламків збитої ракети 3М14 встановлено, що випромінювання її радіовисотоміра відбувається у діапазоні частот 2,7–4,6 ГГц, а випромінювання активної радіолокаційної головки самонаведення – у діапазоні частот 9–10 ГГц.

Відповідно до зазначених у табл. 2 параметрів розглянемо насамперед демаскуючі ознаки, на основі яких можливе виявлення дозвукової крилатої ракети типу «Калібр». До них відносяться:

- ефективна площа розсіювання (ЕПР) з розкладеними крилами;
- висота польоту на рівні 10–20 метрів над водною (земною) поверхнею;
- інфрачервоне випромінювання від сопла працюючого турбореактивного двигуна;

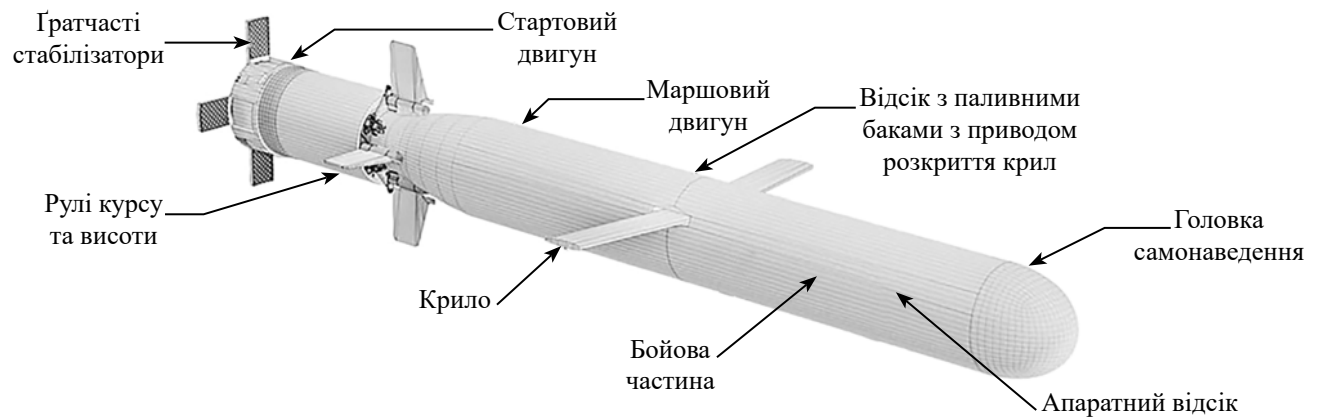


Рис. 1. Розміщення складових частин ракети 3М-14

Таблиця 2. Основні тактико-технічні характеристики ракет комплексу «Калібр»

Ракета	3М-54	3М-54-1	3М-14К(Т)
Зовнішній вигляд			
Призначення	для ураження морських цілей	для ураження морських цілей	для ураження наземних цілей
Довжина, м	8,22	6,20	7–8,2
Діаметр, мм	533	533	533
Стартова маса, кг	2300	1800	1770
Бойова частина, кг	Прониклива фугасна 200	Прониклива фугасна 400	Осколкова-фугасна або касетна 450
Дальність польоту, км	220	300	2500
Швидкість польоту, М	На марші: 0,8 Біля цілі: 2,9	0,8	0,8
Траєкторія (висота польоту)	На марші: 20 м Біля цілі: 10 м	20 м	Над морем: 20 м Над суходолом: 50–150 м
Система управління	ІНС + РЛГСН	ІНС + РЛГСН	ІНС + Терком + корекція за даними ГЛОНАСС або GPS+ РЛГСН

– характерний звук працюючого турбореактивного двигуна;
– випромінювання радіотехнічного обладнання: радіовисотомір, головка самонаведення.

Також виявлені окремі особливості застосування крилатих ракет:

- маршрут польоту від стартової позиції до заданої цілі по контрольним точкам;
- постійна швидкість польоту до 0,9 М;
- значні похибки за азимутом і дальністю від заданої для ураження цілі;
- навігаційна система працює від трьох підсистем одночасно: вбудована інерційна навігаційна система, супутникові GLONASS, GPS;
- залповий пуск ракет різних типів для подолання системи ППО;

– складність у розпізнаванні заданого польотним завданням радіолокаційного образу наземної цілі на фоні радіоконтрастних перешкод.

Як першочергову демаскуючу ознаку слід розглянути ефективну площу радіолокаційного розсіювання σ повітряного об'єкта або як ще іноді застосовують термін «сила цілі». Це характеристика відбиваючої здатності цілі, що визначається відношенням потужності електромагнітної енергії, яка відбивається ціллю в напрямку приймача (радіолокаційної станції), до поверхневої щільності потоку енергії падаючої плоскості хвилі. Вираховується за формулою:

$$\sigma = \frac{4\pi r^2 S_r}{S_t}, \quad (1)$$

де r – радіус еквівалентного розсіювача;

S_r – щільність потоку потужності падаючої хвилі у точці знаходження цілі;

S_t – щільність потоку потужності розсіяної хвилі у антени радіолокаційної станції.

Відповідно [14] максимальна дальність виявлення радіолокаційних цілей визначається наступним рівнянням активної радіолокації

$$r_{max} = \text{anti} \lg \{0,025 \cdot EP + PC - PP - 2\Gamma_1 + 20 \lg(F_{31} F_{32}) - 142\}, \quad (2)$$

де r_{max} (км) – максимальна похила дальність; $EP = 10 \cdot \lg \{EG_1 / (K_{розр} N_0 / A_2 \text{ [м}^2\text{]})\}$ (дБм²) – енергетичний показник радіолокатора, який визначається його технічними можливостями і дорівнює відношенню в дБ ефективної енергії випромінюваного сигналу EG_1 до частини порогової енергії прийнятого сигналу $K_{розр} N_0 / A_2$, що приходить на 1 м² ефективної площі приймальної антени; $PC = 10 \lg \sigma_{ц.сер}$ (дБм²) – рівень в дБ середньої ефективної площі цілі відносно 1 м²; $PP = 10 \cdot \lg [(N_0 + N_{п.вх}) / N_0]$ (дБ) – рівень в дБ перевищення спектральної щільності потужності шумових коливань при перешкодах відносно спектральної щільності потужності власних шумів на вході приймача; $2\Gamma_1$ (дБ) – втрати, що обумовлені поглинанням в середовищі розповсюдження; F_{31} – множник Землі випромінюючої антени; F_{32} – множник Землі приймальної антени.

На підставі формули (2) побудуємо кругову діаграму ЕПР ракети типу «Калібр» (рис. 2).

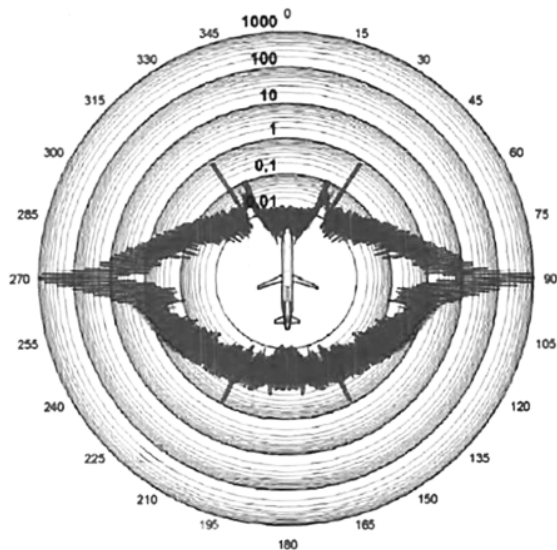


Рис. 2. Кругова діаграма ЕПР цілі типу «Калібр» на частоті 1,3 ГГц

Дальність виявлення при цьому складає: для 0–45° – 18–27 км; для 60° – 45 км; для 90° – 50 км. Час зав'язки траси та видачі інформації дорівнює 0,6 с.

Як відомо, звук розповсюджується у повітрі з середньою швидкістю 343 м/с або 1236 км/год., а джерело звуку може бути виявлено за допомогою певних акустичних приймачів. Для конкретного завдання можуть бути створенні відповідні акустичні системи [15].

Для аналізу акустичних параметрів двигуна ракети було взято відеофайл із записом прольоту крилатої ракети

3М14 «Калібр» в одному з центральних регіонів України на відстані 1 км та за допомогою програмного конвертора переведено у аудіофайл формату «mp3». Далі було проведено спектральний аналіз аудіофайлу за допомогою відповідного програмного забезпечення. Результат цього аналізу представлений у вигляді сонограми (рис. 3), де по осі ординат відкладено частоту прийнятого акустичного сигналу працюючого двигуна в кГц, по осі абсцис – час запису в секундах. З рисунка видно, що центральна частота прийнятого акустичного сигналу працюючого двигуна складає приблизно 7 кГц, а при віддаленні ракети від точки запису, у проміжку часу з четвертої до десятої секунд, частота прийнятого сигналу спадає з 7 до 4 кГц, що пояснюється ефектом Доплера. На даній сонограмі не зафіксовано акустичний сигнал при наближенні ракети внаслідок низького співвідношення сигнал/шум записуючого пристрою (одиначного мікрофону). Значний рівень шуму у діапазоні частот нижче 2 кГц обумовлений шумами промислових підприємств, що оточують місце запису.

За результатами аналізу сонограми роботи двигуна під час прольоту іншої крилатої ракети 3М14 «Калібр» в одному зі східних регіонів України (рис. 4) можна зазначити, що центральна частота прийнятого акустичного сигналу працюючого двигуна також складає приблизно 7 кГц, а при віддаленні ракети від точки запису, у проміжку часу з першої до п'ятої секунди, спадає з 6,5 до 4 кГц, що також пояснюється ефектом Доплера. Акустичний сигнал при наближенні ракети також не зафіксовано на цій сонограмі внаслідок низького співвідношення сигнал/шум записуючого пристрою (одиначного мікрофону).

Таким чином, для виявлення крилатих ракет у складі МЗРК можливо застосувати пасивний акустичний пеленгатор з широкосмуговою акустичною антенною решіткою кругового огляду з вузькими діаграмами спрямованості у вертикальній та горизонтальній площинах в діапазоні частот від 4 до 8 кГц. При застосуванні двох пасивних пеленгаторів, що знаходяться на певній відстані один від одного, методом триангуляції можливо встановити 2D координати та вирахувати траєкторію польоту крилатої ракети для наведення засобів ураження.

На основі проведеного аналізу вбачається можливим, що найбільш швидким засобом виявлення та видачі цілевказівки може стати трьохкоординатна радіолокаційна станція, а засобом ураження крилатих ракет типу «Калібр» – ракети класу «повітря – повітря» з інфрачервоною, напіваактивною чи активною радіолокаційною головкою самонаведення. Алгоритмічний базис повинен нарощуватись паралельно з нарощуванням засобів виявлення демаскуючих ознак ворожих ракет по мірі бойового застосування комплексу.

Мобільний ЗРК на базі ракет класу «повітря – повітря» є засобом ППО родів військ ЗС України та призначений для ураження насамперед крилатих ракет, а також літаків, вертольотів, безпілотних літальних апаратів в умовах радіоелектронної протидії супротивника.

Виходячи з вищевикладеного, під час розробки даного МЗРК в умовах воєнного стану пропонується використовувати вже існуючі окремі вироби як складові частини МЗРК з мінімальним їх доопрацюванням та комплексу-

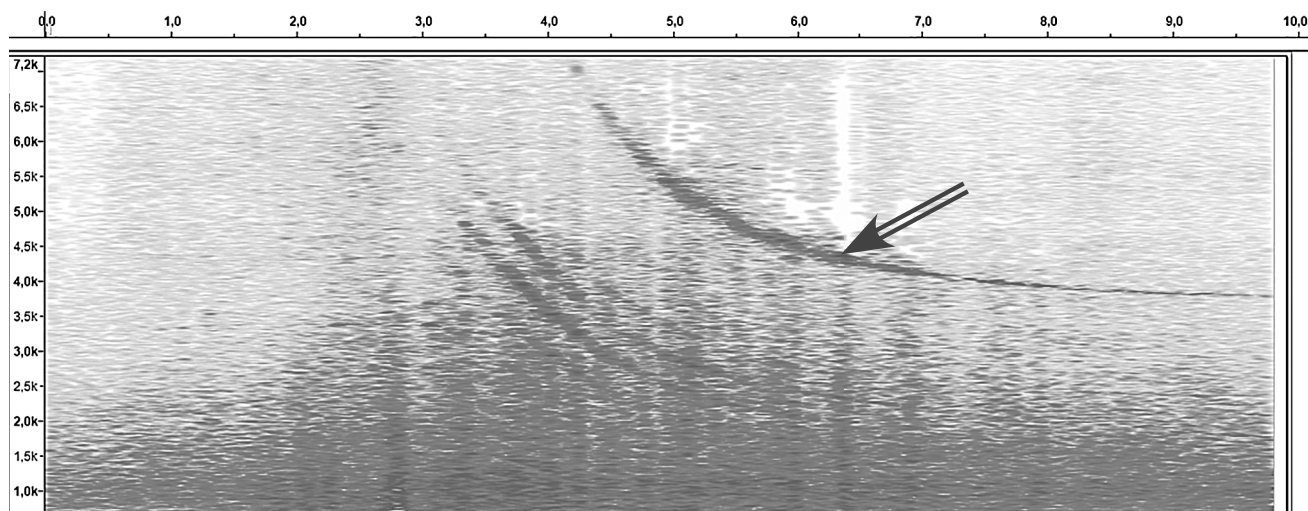


Рис. 3. Сонограма роботи двигуна ракети 3М14 «Калібр» (відстань 1 км)

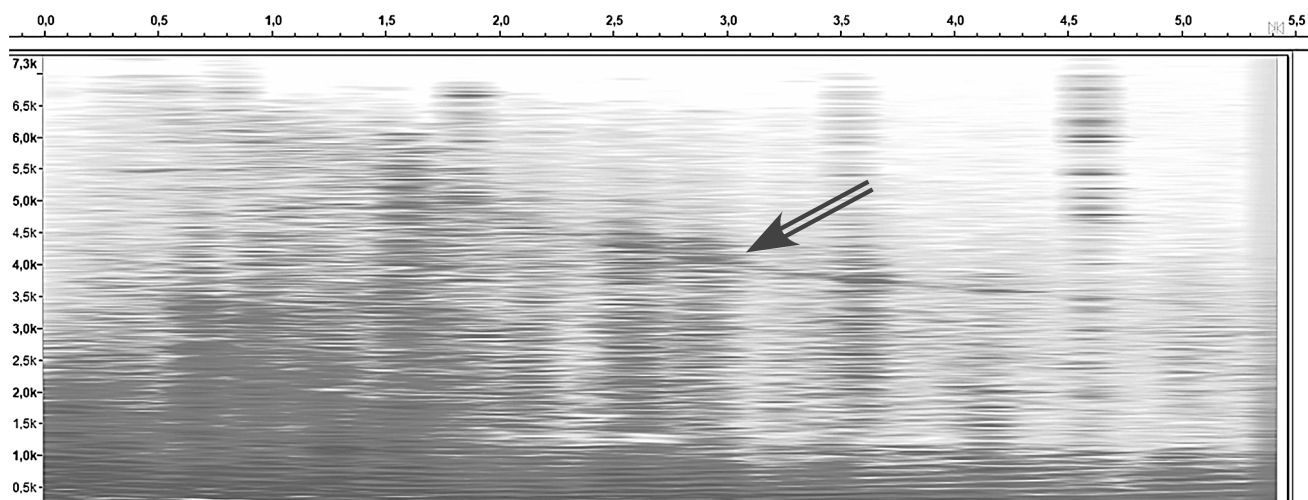


Рис. 4. Сонограма роботи двигуна ракети 3М14 «Калібр» (відстань 1,5 км)

ванням у єдиний комплекс. Передбачається можливість поступового нарощування МЗРК додатковими засобами виявлення та ураження визначених засобів повітряного нападу. Крім того, перевагою такого підходу є використання наявних логістичних запасів засобів ураження та потужностей промисловості іноземних партнерів для їх серійного виробництва.

З класичної точки зору зенітний ракетний комплекс – це мінімально необхідна сукупність функціонально пов'язаних засобів, призначених для ураження повітряних цілей зенітними керованими ракетами. До складу ЗРК входять засоби виявлення, впізнавання і цілевказання, засоби управління польотом ЗКР, засоби «підсвічування» цілі, пускові установки з ЗКР, засоби транспортування, зберігання та заряджання ЗКР [4].

Тому, у своєму складі МЗРК повинен мати:

- оглядову трьохкоординатну РЛС виявлення цілей;
- пункт бойового управління з автоматизованими робочими місцями;
- пускові установки зі станцією наведення ракет та пусковими пристроями (3–4 одиниці);
- зенітні керовані ракети на базі ракет класу «повітря – повітря»;

– засоби транспортування, зберігання та заряджання ракет;

– засоби автономного електроживлення;

– засоби УКВ радіозв'язку, навігації та топоприв'язки.

Основні тактико-технічні характеристики такого ЗРК наведені в табл. 3.

Засобом виявлення повітряних цілей та видачі цілевказання комплексу може стати активна оглядова РЛС сантиметрового діапазону частот з діаграмами спрямованості у горизонтальній та вертикальній площинах, здатними виявляти повітряні об'єкти з відповідною ЕПР, швидкістю і висотою польоту. Такі ознаки повинні використовуватись в алгоритмах класифікації цілей комплексу, а також бути основою у заходах радіотехнічної протидії на випромінювання відповідного обладнання ракети (радіовисотомір, головка самонаведення). Інші наведені демаскуючі ознаки крилатих ракет повинні виявлятися відповідними технічними засобами та у подальшому входити до складу МЗРК.

Як перспективну ЗКР для розроблюваного МЗРК можна розглядати або ракету класу «повітря – повітря» Р-27Е власного українського виробництва, або аналогічні ракети країн НАТО, які наведені в табл. 1. Актуальним є й

Таблиця 3. Основні тактико-технічні характеристики МЗРК

Дальність виявлення та супроводження цілі типу «крилата ракета», км	12
Зона огляду повітряного простору • за азимутом • за кутом місця	360° 0 ... 60°
Максимальний час неперервного огляду повітряного простору, год.	3
Діапазон швидкостей цілей, м/с	30 ... 500
Кількість одночасно супроводжуваних цілей, од.	10
Кількість одночасно обстрілюваних цілей, од.	4
Дальня / ближня межа зони ураження, км	10 / 2
Верхня / нижня межа зони ураження, км	8 / 0,02
Кількість ракет на одній пусковій установці, од.	4
Кількість осіб бойової обслуги пункту бойового управління, люд.	2
Кути стрільби ракетами • за азимутом • за кутом місця	–102°...+70° 30°; 55°
Тип приводу пускового пристрою	електромеханічний
Час згортання (розгортання), хв.	5

використання міжвидової уніфікації – застосування ракет класу «повітря – повітря» у корабельних ЗРК.

Комплекс здатний вести бойові дії як в автономному режимі, так і за даними зовнішніх цілевказівок.

До чотирьох таких МЗРК з внутрішньою локальною мережею складатимуть структурну одиницю (дивізіон) і зможуть виконувати завдання з прикриття стратегічних та інших важливих військових та інфраструктурних об'єктів від ракетних ударів на загрозливих напрямках. У свою чергу, дивізіон матиме зв'язок для обміну тактичними даними з системою управління старшого рівня.

ВИСНОВКИ

Крилаті ракети комплексу «Калібр» під час ударів збройних сил російської федерації по території України долають протиповітряну оборону і уражають намічені цілі, чим спричиняють значні жертви серед мирного населення, а також руйнування цивільної та військової інфраструктури України.

Окрім аналогів іноземних зенітних ракетних комплексів створювались на базі ракети класу «повітря – повітря», що підтверджує можливість їх застосування у класі «поверхня – повітря».

В умовах воєнного стану цілком виправданим є створення у стислі терміни мобільного зенітного ракетного комплексу. При цьому, комплекс повинен передбачати можливість поступового нарощування спроможностей щодо виявлення всіх демаскуючих ознак крилатих ракет та видачі цілевказання засобом їх ураження.

Визначений загальний підхід до створення вітчизняного мобільного ЗРК полягає у наступному:

– створення мобільного зенітного ракетного комплексу

в інтересах протиповітряної оборони для захисту від крилатих ракет у стислий термін в умовах воєнного стану пропонується здійснювати із використанням вже наявних засобів виявлення та їх комплексування, існуючих логістичних запасів та потужностей промисловості іноземних партнерів щодо серійного постачання засобів ураження; – комплекс може бути нарощений іншими (у тому числі акустичними, оптичними та ін.) засобами виявлення та ураження насамперед крилатих ракет і малорозмірних цілей, об'єднаний у локальну мережу та мати зв'язок для обміну тактичними даними з системою управління старшого рівня.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Офіційний сайт DIEHL Defence. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.diehl.com/defence/en/products/air-defence-systems>.
- Офіційний сайт KONGSBERG. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kongsberg.com/ru/kda/what-we-do/defence-and-security/integrated-air-and-missile-defence/nasams-air-defence-system>.
- Офіційний сайт RAFAEL. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rafael.co.il/worlds/air-missile-defense/air-defense>.
- Скорик А.Б., Єрмошин М.О., Воронін В.В., Кирилюк А.С. Можливості щодо створення вітчизняного зенітного ракетного комплексу. *Системи озброєння і військова техніка*. 2010. № 2(22). С. 69–76.
- Животовський Р.М., Шинкарук О.М., Яковлев М.Ю., Варсегов А.С. Аналіз крилатих ракет повітряного базування рф у війні проти України 2022 року. *Озброєння та військова техніка*. 2022. № 1(33). С. 83–92. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1\(33\)83-92](https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33)83-92).
- Ярош С.П., Рогуля О.В. Аналіз тактики бойового застосування крилатих ракет при нанесенні ударів по важливих державних об'єктах та угрупованнях військ. *Зб. наук. пр. Харківського ун-ту Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*. 2019. № 3(61). С. 35–44. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://10.30748/zhups.2019.61.06>.
- Загорка О.М., Дейнега О.В. Комплексна боротьба з крилатими та балістичними ракетами. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2015. № 1(18). С. 6–11.
- Тарасов С.М., Хоменко Д.М. Особливості застосування та боротьби з крилатими ракетами в сучасних умовах ведення збройної боротьби. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2013. № 2(11). С. 52–53. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mind.ua/news/20240907-zapusk-odnieyi-kirilatoyi-raketi-tipu-kalibr-koshtue-rosiyi-65-mln>.
- Офіційний сайт CHAS.NEWS. Ракета «Калібр»: що це за зброя, якою росія щодня атакує нашу країну. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://chas.news/current/raketa-kalibr-scho-tse-za-zbroya-yakouyu-rosiya-schodnya-atakuje-nashu-krainu>.
- Офіційний сайт FAKTY.COM.UA. Дальність стрільби до 300 км: що відомо про крилаті ракети Калібр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20221013-vrazhaye-czili-za-sotni>.

kilometriv-shho-vidomo-pro-rakety-kalibr-yakymy-rf-bombyt-ukrayinu.

11. Офіційний сайт UNIAN.UA. Чому важко збити крилату ракету «Калібр» і в чому її головний секрет. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/war/raketa-kalibr-harakteristiki-i-chomu-jiji-vazhko-zbiti-novini-vtorgnennya-rosiji-v-ukrajinu-11795691.html>.
12. Офіційний сайт UK.WIKIPEDIA.ORG. Калібр (крилаті ракети). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Калібр_\(крилаті_ракети\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Калібр_(крилаті_ракети)).
13. Радиозлектронные системы: основы построения и теория : справ.; под ред. Я.Д. Ширмана. М.: ЗАО «МАКВИС». 1998. 828 с.
14. Дідковський В.С., Коржик О.В., Лейко О.Г., Найд С.А., Порошин С.М., Петрищев О.М. Направленість інтерференційних та фокусованих акустичних антен. Електронний навчальний посібник з грифом «Рекомендовано Методичною радою НТУУ «КПІ»» (Свідчення про надання грифа електронному навчальному виданню НМУ № Е 11/12-193 від 26 квітня 2012 р.). Київ: НТУУ «КПІ». 2012. 150 с. 13 МБ. Українською мовою; № протоколу метод. ради Е 11/12-193; дата 26.04.2013.

REFERENCES

1. The official site of DIEHL Defence. Available at: <https://www.diehl.com/defence/en/products/air-defence-systems>.
2. The official site of KONGSBERG. Available at: <https://www.kongsberg.com/ru/kda/what-we-do/defence-and-security/integrated-air-and-missile-defence/nasams-air-defence-system>.
3. The official site of RAFAEL. Available at: <https://www.rafael.co.il/worlds/air-missile-defense/air-defense>.
4. Skoryk, A., Yermoshyn, M., Voronin, V. & Kyrlyuk, A. (2010). "Mozhlyvosti shchodo stvorennia vitchyznianoho zenitnoho raketnoho kompleksu" [Possibilities regarding the creation of a domestic anti-aircraft missile complex], *Systems of Arms and Military Equipment*. No. 2(22). Pp. 69–76.
5. Zhivotovsky, R., Shincaruk, O., Yakovlev, M. & Varsegov, A. (2022). "Analiz krylatykh raket povitriano bazuvannia rf u viini proty Ukrainy 2022 roku" [Analysis of the air based cruise missiles of the russia in the war against Ukraine in 2022], *Weapons and Military Equipment*. No. 1(33). Pp. 83–92. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.61.06>.
6. Yarosh, S. & Rohulia, O. (2019). "Analiz taktyky boiovoho zastosuvannia krylatykh raket pry nanesenni udariv po vazhlyvykh derzhavnykh ob'ekтах ta uhrupovanniakh viisk" [Analysis of the tactics of the fighting application of cruise missiles in the application of impact on important state features and the plants group], *Scientific works of Kharkiv Nat. Air Force Univ*. No. 3(61). Pp. 35–44. Available at: <http://10.30748/zhups.2019.61.06>.
7. Zagorka, O. & Deinega, O. (2015). "Kompleksna borotba z krylatymy ta balistychnymy raketamy" [Complex fight with cruise and ballistic missiles], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*. No. 1(18). Pp. 6–11.
8. Tarasov, S. & Khomenko, D. (2013). "Osoblyvosti zastosuvannia ta borotby z krylatymy raketamy v suchasnykh umovakh vedennia zbroinoi borotby" [Features of application and fight against winged-rockets in the modern terms of conduct of the armed fight], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*. No. 2(11). Pp. 52–53.
9. The official site of MIND.UA (2022), "Zapusk odniiei krylatoi rakety typu «Kalibr» koshtuie rosii \$6,5 mln" [The launch of one «Kalibr» cruise missile costs russia \$6.5 million]. Available at: <https://mind.ua/news/20240907-zapusk-odnieyi-krylatoyi-rakety-tipu-kalibr-koshtue-rosiyi-65-mln>.
10. The official site of CHAS.NEWS (2022), "Raketa «Kalibr»: shcho tse za zbroia, yakoiu rosiiia shchodnia atakuie nashu krainu" [Caliber missile: what kind of weapon is this, with which russia attacks our country every day]. Available at: <https://chas.news/current/raketa-kalibr-schotse-za-zbroia-yakoyu-rosiya-schodnya-atakue-nashu-krainu/>.
11. The official site of FAKTY.COM.UA (2022), "Dalnist strilby do 300 km: shcho vidomo pro krylati rakety «Kalibr»" [Firing range up to 300 km: what is known about «Kalibr» cruise missiles]. Available at: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20221013-vrazhaye-czili-za-sotni-kilometr-riv-shho-vidomo-pro-rakety-kalibr-yakymy-rf-bombyt-ukrayinu>.
12. The official site of UNIAN.UA (2022), "Chomu vazhko zbyty krylatu raketu «Kalibr» i v chomu yii holovnyi sekret" [Why is it difficult to shoot down the «Kalibr» cruise missile and what is its main secret]. Available at: <https://www.unian.ua/war/raketa-kalibr-harakteristiki-i-chomu-jiji-vazhko-zbiti-novini-vtorgnennya-rosiji-v-ukrajinu-11795691.html>.
13. The official site of UK.WIKIPEDIA.ORG (2022), "«Kalibr» (krylati rakety)" [Caliber (cruise missiles)]. Available at: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Калібр_\(крилаті_ракети\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Калібр_(крилаті_ракети)).
14. Radioelektronnyie sistemy: osnovy postroeniya i teoriia : sprav. [Radio-electronic systems: fundamentals of construction and theory: Ref.], ed. by Ya.D. Shirman. ZAO MAKVIS. M. 1998. 828 p.
15. Didkovskiy, V.S., Korzhik, O.V., Leiko, O.H., Naida, S.A., Poroshyn, S.M. & Petrishchev, O.M. Направленість інтерференційних та фокусованих акустичних антен. Електронний навчальний посібник з грифом «Рекомендовано Методичною радою НТУУ «КПІ»» (Свідчення про надання грифа електронному навчальному виданню НМУ № Е 11/12-193 від 26 квітня 2012 р.). "Направленість інтерференційних та фокусованих акустичних антен. Електронний навчальний посібник з грифом «Рекомендовано Методичною радою НТУУ «КПІ»» (Свідчення про надання грифа електронному навчальному виданню НМУ № Е 11/12-193 від 26 квітня 2012 р.). [Directivity of interference and focused acoustic antennas. Electronic study guide with the seal "Recommended by the Methodological Council of NTUU "KPI" (Certificate of granting seal to the electronic educational publication of NMU No. E 11/12-193 dated April 26, 2012)]. K.: NTUU «KPI», 2012. 150 p. 13 MB. In Ukrainian. No. protocol method. Council E 11/12-193; date 26.04.2013.

Zvieriev O., Melenko Yu., Petruk S., Ramshov D.

**CREATION OF A DOMESTIC SHORT-RANGE
MOBILE AIRCRAFT MISSILE COMPLEX
BASED ON AVIATION MISSILES FOR FIGHTING
THE RUSSIAN FEDERATION'S CRUISE MISSILES
IN THE CONDITIONS OF A STATE OF MARTIAL**

The article deals with the analysis of the experience of global developers of mobile anti-aircraft missile systems, as well as the capabilities of Ukrainian defense-industrial complex enterprises to create a domestic mobile air defense system in the interests of air defense to combat cruise missiles. The tactical and technical characteristics of the Kalibr-type cruise missiles of the armed forces of the Russian Federation were considered and a general approach to the creation of a domestic model capable of detecting and defeating enemy missiles of the specified type was determined. Its main tactical and technical characteristics are determined, as well as ways of integrating the component parts into a single complex capable of detecting and destroying enemy cruise missiles.

The defined general approach to the creation of a domestic mobile air defense system is as follows:

the creation of a mobile anti-aircraft missile complex in the interests of air defense to protect against cruise missiles in a short period of time in the conditions of martial law is proposed to be carried out with the use of already existing means of detection and their integration, existing logistics stocks and industrial capacities of foreign partners for the serial supply of means of destruction;

the complex can be augmented with other (including acoustic, optical, etc.) means of detection and destruction, first of all, of cruise missiles and small-sized targets, combined into a local network and having a connection for exchanging tactical data with a higher-level control system.

Keywords: martial law, missile strikes, 3M14 and 3M54 missiles, mobile anti-aircraft missile complex.

Відомості про авторів:

Зверєв Олексій Олексійович

кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник відділу розвитку зенітних ракетних систем та комплексів науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-2274-3115>

e-mail: gans7995@gmail.com

Меленко Юрій Ярославович

кандидат технічних наук
начальник науково-дослідного відділу розвитку військово-морської техніки науково-дослідного управління розвитку морських озброєнь та техніки Військово-Морських Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-1805-204X>

e-mail: yurimel75@gmail.com

Петрук Сергій Миколайович

кандидат технічних наук, старший дослідник
начальник відділу – заступник начальника науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-9644-1550>

e-mail: petruksn@ukr.net

Рамшов Денис Володимирович

кандидат технічних наук
науковий співробітник відділу розвитку зенітних ракетних систем та комплексів науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

e-mail: denis.ramshov@ukr.net

Information about the authors:

Zvieriev Oleksii

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Senior Researcher of Scientific Research Department of Development of Surface-to-Air Missile Systems and Complexes of Scientific Research Management of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-2274-3115>

e-mail: gans7995@gmail.com

Melenko Yuri

Candidate of Technical Sciences
Chief of Scientific Research Department of Development of Naval Technics of Scientific Research Management of Naval Armament and Naval Technics of Navy of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-1805-204X>

e-mail: yurimel75@gmail.com

Petruk Serhii

Candidate of Technical Sciences, Senior Research
Deputy Chief of Scientific Research Management of Armament and Military Equipment of Air Forces of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-9644-1550>

e-mail: petruksn@ukr.net

Denis Ramshov

Candidate of Technical Sciences
Researcher of Scientific Research Department of Development of Surface-to-Air Missile Systems and Complexes of Scientific Research Management of Armament and Military Equipment of Air Forces of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

e-mail: denis.ramshov@ukr.net