

*М. Г. ІВАНЕЦЬ, С. А. ГОРЕЛИШЕВ, Г. В. ІВАНЕЦЬ, В. В. ВОЇНОВ, Д. С. БАУЛІН,
О. А. НАКОНЕЧНИЙ*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕНОСНИХ ЗЕНІТНО-РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ РІЗНИХ ТИПІВ

Аналіз характеру збройної боротьби останніх десятиліть свідчить про різке підвищення впливу сучасного озброєння та військової техніки на хід воєнних дій. На даний час озброєння та військова техніка складають основу бойової могутності збройних сил будь-якої держави та є визначальним фактором досягнення успіху у війні чи збройному конфлікті. Однією з характерних особливостей агресивних військових дій РФ проти України є широке застосування військово-повітряних сил, зокрема, літаків, гелікоптерів, безпілотних літальних апаратів, які мають на озброєнні крилаті ракети різних типів. Для ударів по території України противник використовує крилаті ракети повітряного, морського та наземного базування, балістичні, зенітні керовані ракети та ударні безпілотні літальні апарати. На сьогоднішній день одним з найбільш ефективних і поширених засобів боротьби з повітряними цілями на малих висотах при веденні бойових дій (операцій) стали сучасні переносні зенітно-ракетні комплекси. Застосування таких комплексів різко обмежує діапазон висот застосування всіх типів бойової пілотованої авіації, робить негативним вплив на точність завдання ударів по наземним і надводним цілям. Збройні Сили України активно використовують проти російської авіації переносні зенітно-ракетні комплекси радянського, польського, американського, британського та французького виробництва (надані Україні країнами НАТО та ЄС). Проведено порівняльний аналіз основних характеристик, переваг та недоліків різних типів переносних зенітно-ракетних комплексів, які знаходяться на озброєнні Збройних Сил України в теперішній час, в інтересах підвищення ефективності їх застосування в різних умовах бойової обстановки.

Ключові слова: повітряні цілі, переносний зенітно-ракетний комплекс, бойові характеристики, ефективність, порівняльний аналіз

M. IVANETS, S. HORIELYSHEV, G. IVANETS, V. VOINOV, D. BAULIN, A. NAKONECHNYI

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE COMBAT USE OF DIFFERENT TYPES OF MANPADE ANTI-AIRMISSILE SYSTEMS

An analysis of the nature of armed struggle in recent decades indicates a sharp increase in the influence of modern weapons and military equipment on the course of military operations. Currently, weapons and military equipment form the basis of the combat power of the armed forces of any state and are a determining factor in achieving success in a war or armed conflict. One of the characteristic features of the Russian Federation's aggressive military actions against Ukraine is the widespread use of air forces, in particular, airplanes, helicopters, and unmanned aerial vehicles equipped with cruise missiles of various types. To strike Ukraine, the enemy uses air-, sea-, and ground-based cruise missiles, ballistic and anti-aircraft guided missiles, and attack unmanned aerial vehicles. Today, modern man-portable anti-aircraft missile systems have become one of the most effective and widespread means of combating air targets at low altitudes during combat operations (operations). The use of such complexes sharply limits the altitude range of use of all types of manned combat aircraft and has a negative impact on the accuracy of strikes against ground and surface targets. The Armed Forces of Ukraine are actively using Soviet, Polish, American, British and French man-portable anti-aircraft missile systems (provided to Ukraine by NATO and EU countries) against Russian aviation. A comparative analysis of the main characteristics, advantages and disadvantages of various types of man-portable anti-aircraft missile systems currently in service with the Ukrainian armed forces was carried out, in the interests of increasing the effectiveness of their use in different combat conditions.

Keywords: air targets, man-portable anti-aircraft missile system, combat characteristics, effectiveness, comparative analysis

Постановка проблеми. Порушення недоторканості та територіальної цілісності України внаслідок збройної агресії Росії і характер ведення бойових дій на території держави завдали значних втрат її економіці, добробуту населення та акцентувало увагу до проблем підвищення рівня обороноздатності країни [1, 2].

Відповідно до Конституції України, на Збройні Сили України (ЗСУ) та Національну гвардію України (НГУ) покладаються оборона держави, захист її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканості. Вони забезпечують стримування збройної агресії проти України та відсіч їй, охорону повітряного простору держави та підводного простору в межах територіального моря України [3].

Аналіз характеру збройної боротьби останніх десятиліть свідчить про різке підвищення впливу сучасного озброєння та військової техніки на хід і результат воєнних дій. На даний час озброєння та військова техніка складають основу бойової могутності збройних сил будь-якої держави та є визначальним фактором досягнення успіху у війні чи збройному конфлікті [4, 5].

У війні з Україною агресор все частіше вдається до застосування високоточної зброї, в тому числі і касетних бомб, по цивільним об'єктам та об'єктам критичної інфраструктури. Однією з характерних особливостей військових дій є широке застосування

повітряних сил, зокрема, літаків, гелікоптерів, які мають на озброєнні крилаті ракети (КР) різних типів, безпілотних літальних апаратів (БПЛА) [6]. Для ударів по території України противник використовує КР повітряного, морського та наземного базування, балістичні, зенітні керовані ракети (ЗКР) й ударні БПЛА.

ЗСУ активно використовують проти російської авіації переносні зенітно-ракетні комплекси (ПЗРК) радянського, польського, американського, британського та французького виробництва, які надані Україні країнами НАТО та ЄС. ПЗРК призначені в основному для знищення авіаційної техніки противника, яка рухається на малих висотах. Тому вогонь ведеться ракетами класу «земля – повітря». ПЗРК відрізняються в основному системами наведення. Також ПЗРК роблять максимально мобільними, щоб ними могла скористатися одна людина без додаткових пристроїв.

В даний час фахівці вважають, що в боротьбі з КР одним з найбільш ефективних засобів є саме ПЗРК, які мають досить високу ймовірність ураження засобів повітряного нападу і дешевизну

© М. Г. Іванець, С. А. Горелишев, Г. В. Іванець,
В. В. Воїнов, Д. С. Баулін, О. А. Наконечний, 2024

в порівнянні з ними, а також мобільність і можливість створення кількісної переваги на найбільш небезпечних напрямках. Кожному типу ПЗРК властиві свої переваги та недоліки, що потребує проведення порівняльного аналізу їх в інтересах підвищення ефективності застосування в різних умовах бойової обстановки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проведений аналіз літератури стосовно розглядуваної проблеми показує, що в більшість з них присвячена розгляду питань побудови та технічних можливостей ПЗРК різних типів як радянського, так і зарубіжного виробництва. Враховуючи основні бойові характеристики ПЗРК, літаки і гелікоптери можуть бути уражені на висотах до 3,5 км в зоні шириною до 5 км з досить високою ймовірністю.

На сьогоднішній час застосування сучасних ПЗРК різко обмежує діапазон висот з використання всіх типів бойової пілотованої авіації, робить негативним вплив на точність завдання ударів по наземним і надводним цілям.

Авторами роботи [7] запропоновано часткову методичку визначення ефективності управління вогнем та стрільбою ПЗРК в заданих умовах його застосування з урахуванням впливу активних завад по каналам радіоліній та по радіолокаційним каналам їх виявлення, умовної ймовірності ураження цілей при умові вогневої протидії противника.

Ціла низка робіт висвітлює можливості застосування ПЗРК для протидії БПЛА та КР. Так, у роботах [8, 9] розглянуті питання протидії БПЛА, зокрема, і за допомогою сучасних ПЗРК, методи боротьби з ними і підходи, які можуть підвищити ефективність дій підрозділів ППО в умовах бойової обстановки.

В статті [10] розглянуто основні підходи до класифікації БПЛА та новітні засоби знищення БПЛА провідних країн світу. Зазначається, що одним із ефективних і перспективних напрямків вирішення проблеми боротьби з БПЛА є використання новітніх ПЗРК.

Авторами роботи [11] розглядаються основні питання застосування БПЛА у вірмено-азербайджанському воєнному конфлікті та можливі шляхи боротьби з ними при застосуванні різних ПЗРК з метою вирішення певних бойових завдань. На прикладі ПЗРК «Голка» показано складність стрільби з даного комплексу по БПЛА. Це обумовлено тим, що теплова контрастність БПЛА, які мають поршневі двигуни, на два порядки нижче порогу чутливості приймача головки самонаведення (ГСН) даного комплексу.

Таким чином, проведений аналіз літературних джерел показує, що дослідженню переваг та недоліків різних типів ПЗРК в інтересах підвищення ефективності їх застосування в різних умовах бойової обстановки приділено недостатню увагу. Це вказує на необхідність проведення порівняльного аналізу характеристик, недоліків та переваг різних типів ПЗРК, які знаходяться на озброєнні ЗСУ в теперішній час.

Мета дослідження полягає у проведенні порівняльного аналізу характеристик, недоліків та переваг різних типів ПЗРК, які знаходяться на озброєнні ЗСУ в теперішній час.

Виклад основного матеріалу. ЗСУ, НГУ активно використовують ПЗРК, щоб протистояти авіації російського агресора. Ці відносно прості у

використанні комплекси дозволяють успішно боротися з повітряними цілями противника. В теперішній час на озброєнні ЗСУ знаходяться як ПЗРК радянського, так і польського, американського, британського та французького виробництва. Серед ПЗРК радянського виробництва, які дісталися Україні у спадок від Радянського Союзу, комплекси сімейства «Стріла» («Стріла 2», «Стріла 2М», «Стріла 3», «Стріла 2ММ») та сімейства «Голка» («Голка», «Голка 1», «Голка 1М»).

ПЗРК «Стріла 2» [12,13] призначений для ураження літаків і гелікоптерів противника. Готова до використання система має масу приблизно 14,5 кг, максимальна дальність її дії становить 3,4 км, у польоті ракета цього комплексу досягає швидкості до 430 м/с. Якщо ракета не вразить ціль, то за 11-15 с вона самоліквідується. Ймовірність попадання ракети в незахищену ціль становить лише 0,1-0,2. Окрім того, ефективність ще зменшується, якщо ціль використовує контрзаходи, такі як хибні спалахи, ракети відведення вогню, від яких «Стріла 2» не захищена. Також в деяких випадках ракета виявилася вразливою до фонових перешкод, сонячного випромінювання, хмар і горизонту. Бойове застосування комплексу «Стріла 2» виявило його недостатню ефективність. Багато пошкоджених літаків верталися на свої бази і знову вводилися до ладу після нетривалого ремонту. Це відбувалося тому, що ракети попадали в хвостову частину літака, де знаходилося мало життєво важливих систем і агрегатів, а потужність бойової частини ЗКР була недостатньою для створення великої зони руйнування конструкції цілі. Крім того, ця застаріла система не може бути задіяна проти сучасних БПЛА. З появою надсучасних ПЗРК її практично не використовують, але на озброєнні ця ракетна система є й досі.

ПЗРК «Стріла 3» [13, 14] призначений для ураження повітряних цілей, що летять, на зустрічних курсах та вдогін, а також нерухомих цілей в складних умовах. Прийнятий на озброєння у 1974 році. У США та НАТО комплекс «Стріла 3» отримав позначення SA-14 «Gremlin». «Стріла 3» має покращені бойові та технічні характеристики, забезпечує боротьбу з літаками та гелікоптерами, що летять на зустрічних курсах зі швидкостями до 260 м/с і маневрують з переважаннями до 4 одиниць, а також вдогін зі швидкостями до 310 м/с та маневрують з переважаннями до 5-6 одиниць. У комплексі «Стріла 3» забезпечується більш висока надійність пуску ракети з реактивним двигуном на зустрічному курсі за рахунок автоматичного визначення межі зони пуску та порівнянням з розташуванням цілі на даний час. Ракета комплексу виконана за аеродинамічною схемою «качка» зі складним оперенням і складається з чотирьох відсіків – головного, кермового, бойового та рухомої установки. Наведення ракети здійснюється методом пропорційного зближення.

Управління в трьох площинах забезпечується обертанням ракети навколо поздовжньої осі та відповідним перетворенням сигналів від ГСН до керма.

За рахунок використання в ракеті більш чутливої теплової ГСН забезпечується більш ефективний принцип дії ведення стрільби по реактивним і турбогвинтовим літакам на зустрічних курсах, а дальність ураження збільшилася до 3000 м. Суттєво підвищилася захищеність теплової ГСН від фонових перешкод при стрільбі вдогін. Розширено можливості стрільби у складних метеоумовах (дощ, сніг, туман) та в умовах запыленості повітря (при візуальній невидимості цілі). Ймовірність попадання ракети в незахищену ціль збільшилася і становить до 0,31-0,44.

Ракету можна запускати в автоматичному та ручному режимі. Підрив ракети відбувається за безпосереднього контакту з повітряною цілью. Контакт з цілью наводить активацію контактного підривника бойової частини масою 1,17 кг (0,37 кг припадає на вибухову речовину). Ціль уражається фугасним та осколковим впливом на повітряну ціль.

ПЗРК «Стріла-2М» появився в 1970 році в якості засобу ППО батальйонної ланки. На заході комплекс одержав позначення SA-7B «Grail». Комплекс призначений для ураження повітряних цілей на малих висотах як на зустрічних курсах, так і вдогін в умовах візуальної видимості. Комплекс також дозволяє виконувати пуски по цілям, що маневрують, та нерухомим повітряним цілям. Комплекс включає ЗКР з тепловою ГСН в пусковій трубі, одноразове зовнішнє джерело живлення та багаторазовий пусковий механізм. Основний вид пусків – пуски вдогін по всім літакам і гелікоптерам, які летять зі швидкістю до 260 м/с. Пуски на зустрічних курсах ведуться тільки по гелікоптерам і гвинтомоторним літакам, які летять зі швидкістю до 150 м/с. ПЗРК «Стріла-2М» обслуговується одним стрільком-оператором, може вражати цілі на відстані від 800 до 4200 м в діапазоні висот від 0,05 до 2,3 км. Максимальна швидкість ракети складала 500 м/с. Бойова частина споряджена 370 г вибухівки. В разі промаху через 14-17 с з моменту запуску спрацьовує само ліквідатор, і ракета знищується. Порівняльні ТТХ ПЗРК «Стріла-2» та «Стріла-2М» наведені в табл. 1.

Суттєві недоліки комплексу «Стріла-2М» полягають в наступному: обмежена дальність пуску по цілям з малою тепловою помітністю та відсутність селекції теплових пасток.

В похідному положенні переноситься одним стрільком. ПЗРК «Стріла-2М» оснащений не охолоджуваною одноканальною інфрачервоною (ІЧ) ГСН, що не дозволяє здійснювати селекцію теплових пасток та обмежує дальність пуску по цілям з малою тепловою помітністю. Теплова пастка являє собою вистрілюваний піропатрон, який після вильоту з літака впродовж деякого часу дає яскраву вогняну кулю дуже високої температури. Через більшу теплоконтрастність піропатрона в порівнянні з соплом двигуна літака ГСН перенацілюється і ракета, минаючи літак, уражає хибну ціль.

В ході реальних бойових дій в Південно-Східній Азії і на близькому Сході виявилось, що навіть в ідеальних погодних умовах при відсутності організованих перешкод

з 10 запущених ракет на ціль в крайньому випадку вражали тільки дві. Це було пов'язано з помилками операторів, неправильним розрахунком дистанції до цілі, неоптимальним вибором моменту пуску, стрільбою в сторону сонця або надто низький кут підвищення. Якщо противник застосовував теплові пастки, то результативність застосування значно знижувалася.

Таблиця 1 – Порівняння основних характеристик комплексів «Стріла-2» та «Стріла-2М»

Характеристики	ПЗРК «Стріла-2»	ПЗРК «Стріла-2М»
Типи вражаємих цілей	літаки, гелікоптери	літаки, гелікоптери
Маса комплексу, кг	14,5	15
Маса ракети в пусковій трубі, кг	9,15	9,8
Маса бойової частини, кг	1,17	1,17
Довжина ЗКР, мм	1440	1440
Діаметр корпусу ЗКР, мм	72	72
Зона ураження, км: – по дальності – по висоті	до 3,4 0,05 ... 1,5	0,8 ... 4,2 0,05 ... 2,3
Максимальна швидкість цілей, що знищуються, (назустріч/ вдогін), м/с	100/220	150/260
Середня швидкість польоту ЗКР, м/с	430	500
Час виходу наземного джерела живлення на режим (готовність до пуску), с	10	10
Час самоліквідації бойової частини, с	11–15	14–17

Модернізований комплекс «Стріла-2ММ» почав поступати на озброєння в 2013 році. У модернізованій ракеті суттєво збільшена завадозахищеність та чутливість. На відміну від ПЗРК «Стріла-2М» з'явилась можливість обстрілу цілей з малою тепловою помітністю, що йдуть зустрічним курсом. Покращена ГСН має можливість захвату літаків з турбореактивними двигунами в передній напівсфері на відстані від 5 до 7 км, а гелікоптерів, що летять прямо на стрілка, – на відстані 3,5 км. Завдяки використанню нового паливного заряду дальність стрільби наблизилась до 5 км і дещо збільшилася висота ураження цілі. В модернізованій ракеті використовується мікропроцесор, який оптимізує траєкторію польоту, що дозволяє збільшити ймовірність ураження цілі, яка летить з великою кутовою швидкістю відносно стрілка.

Більш удосконаленими є ПЗРК сімейства «Голка». На озброєнні ЗСУ залишилися ПЗРК «Голка» і його інші модифікація: «Голка 1», «Голка 1М».

Одночасно з комплексом «Голка» розроблявся більш спрощений варіант «Голка 1». ПЗРК «Голка-1» [13, 15] (за класифікацією НАТО SA-16 «Gimlet») – радянський комплекс, розроблений і прийнятий на озброєння у 1981 році. Це спрощений варіант із застосуванням

у ЗКР доопрацьованої теплової ГСН від ПЗРК «Стріла 3». Комплекс призначений для ураження маловисотних повітряних цілей на зустрічному курсі і вдогін.

В порівнянні з ПЗРК «Стріла 3» ймовірність ураження однією ракетою винищувача типу F-4, який летить зі швидкістю 310 м/с, при стрільбі назустріч збільшилася з 0,09 до 0,59, вдогін (при швидкості цілі 260 м/с) – з 0,07 до 0,44. Максимальна швидкість ураження цілі збільшилася з 310 до 360 м/с при стрільбі назустріч та з 260 до 320 м/с – вдогін. Верхня границя зони ураження збільшилася з 2200 до 2500 м. На відміну від ПЗРК «Стріла 2», комплекс «Голка 1» може вражати швидкісні цілі як на зустрічних курсах, так і вдогін, здійснювати розпізнавання державної приналежності цілі. Основні ТТХ ПЗРК «Голка-1» наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Основні характеристики комплексу «Голка 1»

Характеристики	ПЗРК «Голка 1»
Типи вражаємих цілей	літаки, гелікоптери, КР
Маса ракети в пусковій трубі, кг	10,8
Маса бойової частини, кг	1,17
Довжина ЗКР, мм	1673
Діаметр корпусу ЗКР, мм	72
Зона ураження, км: – по дальності (вдогін/назустріч) – по висоті (вдогін/назустріч) – по параметру	(1...5,0)/(0,5...3,3) (0,01...2,5)/(0,01...2)
Ймовірність ураження цілі типу «реактивний винищувач» однією ракетою (назустріч/вдогін)	0,59 при швидкості цілі 310 м/с та 0,44 при швидкості цілі 260 м/с відповідно
Максимальна швидкість цілей, що знищуються, (назустріч/ вдогін), м/с	360/320
Середня швидкість польоту ЗКР, м/с	600
Сектор огляду ГСН, град.	40°
Час виходу наземного джерела живлення на режим (готовність до пуску), с	5
Час самоліквідації бойової частини, с	14–17

ПЗРК «Голка» 9К38 [16] (за класифікацією МО США і НАТО – SA-18 «Grouse») – радянський та російський комплекс, призначений для ураження повітряних цілей (літаків і гелікоптерів, а також невеликих повітряних цілей типу КР) на низьких висотах на зустрічному курсі та вдогін в умовах впливу природних і штучних теплових перешкод, у будь-який час доби при візуальній видимості цілі.

Комплекс прийнято на озброєння в 1983 році, випускався аж до 2014 року включно. Комплекс 9К38 «Голка» використовує для стрільби 72-мм ракети класу «земля-повітря» з ІЧ наведенням, оснащені лише осколково-фугасними боєголовками, є ефективним засобом проти гелікоптерів і літаків, що низько летять. Ефективна дальність враження цілі складає від 3,1 до 5,2 км. «Голка» здатна вражати всі типи літаків та гелікоптерів, а також невеликі повітряні цілі типу КР.

Комплекс здатний працювати в будь-який час доби при видимому спостереженню цілі.

Ракети ПЗРК «Голка» відрізняються від ракет ПЗРК сімейства «Стріла» кращою стійкістю до заходів протидії та більш високою бойовою ефективністю. Комплекс надійно функціонує в умовах граничних температур і високої вологості (до 98%), при різких перепадах температури навколишнього середовища і при випаданні конденсованих опадів, після занурення у воду (на глибину 0,5 м на півгодини) і підйому в негерметичній кабіні літака на висоту до 12 км, після тривалого перевезення будь-яким видом транспорту, в тому числі на автомобілях і гусеничних машинах. У упакованому виді допускається падіння бойових засобів з висоти до 2 м на бетонну основу, при цьому вони залишаються придатними до подальшого бойового застосування. Основні характеристики комплексу «Голка» наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Основні характеристики комплексу «Голка»

Характеристики	9К38 «Голка»
Типи вражаємих цілей	літаки, гелікоптери, КР
Маса комплексу, кг	18
Зона ураження, км: – по дальності – по висоті	до 4,2 0,01 ...3,5
Максимальна швидкість цілей, що знищуються, (назустріч/ вдогін), м/с	360/320
Час розгортання, с	не більше 13
Час реакції, с	5
Діапазон робочих температур, °С	від -50 до +50
Середня швидкість польоту ЗКР, м/с	570
Максимальна швидкість польоту ЗКР, м/с	800
Маса ЗКР, кг	10,6
Маса бойової частини, кг	1,3кг з 390 г вибухівки
Довжина ЗКР, мм	1680
Діаметр корпусу ЗКР, мм	72
Тип бойової частини	осколково-фугасна-кумулятивна
Тип ГСН	оптична, двоспектральна, слідкуюча (пасивна), тепла
Двигун	твердопаливний ракетний двигун
Механізм детонації	контактні та дотичні детонатори
Час самоліквідації бойової частини, с	14–17

Реальна досяжна дальність та висота значно більше паспортної, яка розраховується для робочого маршового двигуна. Двигун включається через 0,6 с після запуску, і пальне вигорає за 8,5 с.

Самоліквідатор спрацьовує значно пізніше, коли повністю згорить шашка турбогенератора та

швидкість ракети, яка рухається за інерцією, зменшиться приблизно вдвічі. Але шанси знищити ціль на інерційній ділянці польоту набагато менші, чим на основній.

ПЗРК «Голка», враховуючи свою масу, досить непростий у використанні. Взвзявши на плече комплекс загальною масою близько 18 кг, необхідно навести приціл на ціль і здійснити пуск ракети. Якщо час упущено – є можливість зробити постріл «навздогін», але треба врахувати швидкість польоту цілі, тому зробити вдале збиття досить складно.

Ймовірність ураження цілі в умовах без перешкод складає близько 0,4–0,6.

Основна відмінність ракети полягає у наявності двох каналів в ГСН. ГСН має підвищену чутливість і спроможна розрізняти істинні і хибні цілі в умовах постановки штучних перешкод в ІЧ діапазоні. Для цього ГСН має два канали – основний і допоміжний. Система переключення ГСН приймає рішення за правилом – якщо рівень сигналу фотоприймача основного каналу більше рівня сигналу додаткового каналу, то це ціль, а якщо навпаки – завада.

ПЗРК «Голка» оснащений системою «свій-чужий», яка запобігає обстрілу своїх літальних апаратів. Комплекс забезпечує знищення повітряних цілей, які можуть відстрілювати теплові перешкоди на протязі проміжків часу від 0,3 с і більше, які перевищують загальну потужність випромінювання цілі в 6 разів. При відстрілюванні цілями теплових перешкод залпами або поодиноким середня ймовірність ураження повітряної цілі однією ЗКР за проліт зони ураження становить відповідно при стрільбі вдогін 0,24, а при стрільбі назустріч – 0,31. В таких умовах ПЗРК «Голка 1» практично непрацездатний. Переваги комплексу «Голка» в порівнянні з ПЗРК «Голка 1»: збільшена дальність ураження повітряних цілей на зустрічних курсах внаслідок підвищення передстартової чутливості ГСН; появилась можливість знищення КР; можливість боротьби на зустрічних курсах і вдогін з перспективними та сучасними повітряними цілями в умовах використання ними штучних теплових перешкод; наведення ракети не прямо в міцний двигун, а в інші частини корпусу ракети і використання палива, що залишилося, для підриву; безконтактний підривник значно перевершує навіть зарубіжні варіанти, оскільки спрацьовує на металічну ціль, а це виключає будь-які типи можливих хибних цілей; використання сучасної теплової ГСН з охолодженням. Один із недоліків комплексу – при кутах між віссю ГСН ЗКР і напрямом на сонце менше 20° наведення ракети на ціль практично не забезпечується.

Приклади ефективного застосування ПЗРК «Голка» у війні проти російських агресорів: 4 березня 2022 року в боях за Чернігів за допомогою ПЗРК «Голка-1» збито новітній надманевровий винищувач четвертого покоління Су-35; на початку липня 2022 року українськими військовими збито ракету Х-22, що, ймовірно, летіла на Київ; у вересні 2022 року ворожий літак Су-34 збили в одному з районів виконання бойових завдань; 10-11 жовтня того же року із ПЗРК «Голка» збито чотири КР.

«Голка-1М» – модифікація українського виробництва ПЗРК «Голка» з удосконаленою ГСН ракети, яка забезпечує для комплексу «Голка-1М»

ефективний захист від перешкод, які створюються ІЧ-пристроями, підвищену ймовірність ураження цілі, а головне – значне збільшення дальності стрільби по цілі на зустрічному курсі. В модернізованому ПЗРК «Голка 1М» використовується нова двохспектральна охолоджувана ІЧ ГСН з дальністю захвату цілі типу «винищувач», що летить зустрічним курсом від 7 до 8 км; для гелікоптера за тих же умов цей показник складає 4 км. Крім переоснащення новою ГСН комплекс споряджений паливом з покращеними енергетичними характеристиками, що дозволяє збільшити дальність ураження до 5,2 км на зустрічному курсі. Ймовірність ураження цілі в умовах постановки противником активних перешкод складає 0,4–0,6. Дальність до цілі складає 5,2 км при стрільбі по цілі на зустрічному курсі.

В загальному випадку, якщо ймовірність ураження повітряної цілі однією ракетою ПЗРК досить мала, обстріл її може здійснюватися декількома ракетами для збільшення вірогідності знищення. В цьому випадку ймовірність знищення повітряної цілі [17] розраховується наступним чином:

$$P_y = 1 - (1 - P_1)^n, \quad (1)$$

де P_y – ймовірність ураження повітряної цілі;

P_1 – ймовірність ураження повітряної цілі однією ракетою ПЗРК;

n – кількість пусків ракет.

Графік залежності ймовірності ураження повітряної цілі в умовах без перешкод при стрільбі назустріч і вдогін для радянських ПЗРК, які є на оснащенні ЗСУ, наведені на рис. 1 та 2 відповідно.

Аналіз графіків (див. рис. 1, 2) показує, що при стрільбі однією ракетою або чергами з метою підвищення ймовірності ураження повітряної цілі ефективність застосування ПЗРК сімейства «Голка» перевершує комплекси сімейства «Стріла».

ЗСУ досить успішно застосовують проти російської авіації ПЗРК польського виробництва типу «Piorun», американського виробництва типу FIM-92 «Stinger», британського виробництва типу «Martlet» та «StarStreak», французького виробництва типу «Mistral».

ПЗРК «Piorun» [18] уявляє собою модернізовану версія комплексу «Grom», який показав свої можливості під час російсько-грузинського конфлікту, коли було знищено 9 російських машин. Комплекс прийнятий на озброєння польської армії в 2018 році. «Piorun» добре зарекомендував себе під час масштабного вторгнення Росії в Україну. Так за допомогою комплексу знищуються російські літаки, гелікоптери і безпілотники, включаючи СУ-25 та Мі-24.

Комплекс призначений для боротьби з гелікоптерами, літаками та малогабаритними цілями, такими як БПЛА, в діапазоні висот від

0,01 до 4 км на відстанях від 0,5 до 6,5 км. Модернізовані ракети-боєголовки автоматично наводяться на джерело теплового випромінювання,

тобто на двигун гелікоптера або літака, який виділяє тепло.

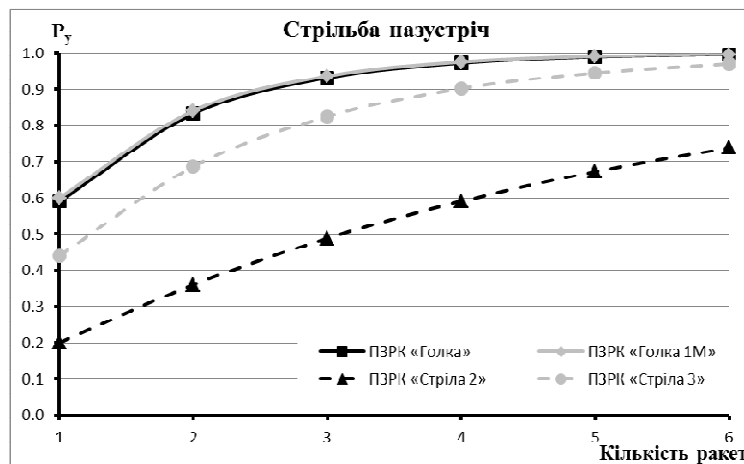


Рисунок 1 – Залежність ймовірності ураження повітряної цілі при стрільбі назустріч для сімейства радянських ПЗРК

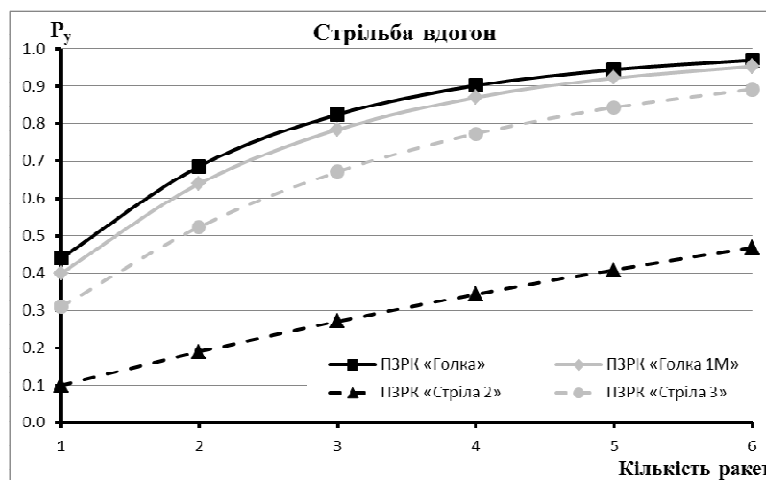


Рисунок 2 – Залежність ймовірності ураження повітряної цілі при стрільбі вдогон для сімейства радянських ПЗРК

ПЗРК «Pigup» використовує охолоджувану ГСН, яка виконана на сучасній елементній базі. Вона має більшу чутливість і відстань захвату, також збільшена ймовірність ураження при заході повітряної цілі до хмар. Забезпечена можливість селекції на фоні активного відстрілу теплових пасток. Цифрова система управління ракетою має високу швидкодію, що дозволило зменшити час реакції на маневри цілі та покращити надійність супроводу.

Ракета оснащена новою осколковою бойовою частиною масою 1,82 кг з підсиленням зарядом. При прямому попаданні спрацьовує контактний п'єзоелектричний підрильник. При промаху і прольоті ракети неподалік від цілі бойова частина активує лазерний підрильник.

Застосувати комплекс «Pigup» може тільки оператор, який має відповідний електронний ключ доступу. Допускається застосування оптико-електронних прицілів нічного бачення або тепловізорів, що дозволяє пошук цілей в темний час доби.

ПЗРК «Pigup» відрізняється від інших подібних систем наявністю додаткових боєголовок,

завдяки яким ракета може ефективніше виявляти джерело тепла, яким є авіаційний двигун літального апарата. Зведені ТТХ комплексу наведені в табл. 4.

ПЗРК FIM-92 «Stinger» [18] американського виробництва знаходиться на озброєнні армії США з 1981 року. Цей комплекс є однією з найпоширеніших систем протиповітряної оборони. ПЗРК FIM-92 «Stinger» призначений для ураження низьколітаючих повітряних цілей (літаків, гелікоптерів, БПЛА, КР) в умовах впливу природних і штучних теплових перешкод, крім того, забезпечує можливість обстрілу неброньованих наземних і надводних цілей.

Стандартна версія шукає ціль по тепловому випромінюванню, покращена модифікація використовує цифрову обробку даних. В Україні комплекси потрапили на початку червня 2022 року.

Комплекс в бойовому положенні важить 15,7 кг, а стартова маса ракети – 10,1 кг. Маса бойової частини – 3 кг. Може вражати повітряні цілі на відстані від 0,2 до 4,5 м. Досяжність по висоті – 3,8 км. Максимальна швидкість ракети – 750 м/с. Середня швидкість

польоту ракети – 650 м/с. ПЗРК FIM-92 «Stinger» має можливість захвату цілі з малою тепловою помітністю та виявлення цілі на фоні теплових пасток, що робить його дуже небезпечним для літальних апаратів, які діють на малих висотах.

Таблиця 4 – Основні характеристики комплексу «Piorun»

Характеристики	ПЗРК «Piorun»
Типи цілей для ураження	літаки, гелікоптери, БПЛА, КР
Зона ураження, км: – по дальності – по висоті	0,5 ... 6,5 0,01 ... 4
Максимальна швидкість цілей, що знищуються, (назустріч/ вдогін), м/с	400/320
Система наведення	теплова, ІЧ
Середня швидкість польоту ЗКР, м/с.	560
Максимальна швидкість польоту ЗКР, м/с	660
Маса ЗКР, кг	10,5
Маса бойової частини, кг	1,82
Довжина ЗКР, мм	1596
Діаметр корпусу ЗКР, мм	72
Загальна маса ПЗРК, кг	16,5
Маса з нічним прицілом, кг	19,5
Загальна довжина комплексу в бойовому положенні, м	1,6
Тип бойової частини	осколково-фугасна

Серед переваг цього ЗРК – простота прицілювання та висока вражаюча здатність. Запуск ракети проводиться за принципом «вистрілив і забув». ПЗРК використовує ракети типу «земля-повітря» з ІЧ ГСН і систему ідентифікації «свій-чужий» для розпізнавання державної приналежності літальних апаратів. ПЗРК FIM-92 з напівавтоматичною системою наведення, на відміну від ПЗРК з ГСН, можуть здійснювати пуск ЗКР як навздогін, так і назустріч цілі. При командному наведенні полегшується селекція цілі в умовах перешкод і над самим об'єктом, з'являється можливість вести вогонь і по наземним цілям. Ракети таких ПЗРК мають дуже високу швидкість. Але стрільба з ПЗРК з напівавтоматичною системою наведення вимагають тривалої підготовки операторів, які спроможні будуть у складній бойовій обстановці відстежувати високошвидкісні цілі.

Уламково-пучкова бойова частина має 3 кг вибухівки. Ракети із самонавідною головкою пристосовані для ураження маломаневрених цілей, як-то: КР, БПЛА та гелікоптери.

Зведені ТТХ комплексу наведені в табл. 5.

ПЗРК «Stinger» за своїми характеристиками кращий за ПЗРК «Голка»: дальність ураження цілей до 8 км, а по висоті – до 3,8 км. Окрім того, в американському ПЗРК цифрова система обробки сигналу на противагу аналоговій у «Голки». Також у «Stinger» більша за розміром бойова частина, вища енергетика та швидкість ракети. Все це зумовлює більшу ймовірність ураження – 0,8. Крім того, ПЗРК «Голка» поступається швидкістю (570 м/с проти

650 м/с) та масою бойової частини (1,3 кг проти 3 кг) комплексу FIM-92 «Stinger» при подібній масі самої ракети – близько 10,5 кг.

Таблиця 5 – Основні характеристики комплексу FIM-92 «Stinger»

Характеристики	ПЗРК FIM-92 Stinger
Типи цілей для ураження	літаки, гелікоптери, БПЛА, КР, забезпечують можливість обстрілу неброньованих наземних і надводних цілей
Зона ураження, км: – по дальності – по висоті	0,2 ... 4,75 0,01 ... 3,5
Максимальна швидкість цілей, що знищуються, (назустріч/ вдогін), м/с	400/320
Ймовірність ураження цілі	0,8
Система наведення	ІЧ
Середня швидкість польоту ЗКР, м/с.	650
Максимальна швидкість польоту ЗКР, м/с	750
Споряджена маса ЗКР, кг	10,1
Маса бойової частини, кг	3
Довжина ЗКР, м	1,52
Діаметр корпусу ЗКР, см	7
Загальна маса ПЗРК, кг	15,7
Маса з нічним прицілом, кг	19,5
Загальна довжина комплексу в бойовому положенні, м	1,6
Тип бойової частини	осколково-фугасна

У реальних умовах бойового використання не завжди є можливість реалізувати максимальні можливості зброї. Так, наприклад, для того, щоб знищити повітряну ціль на відстані у 8 км, необхідно її виявити та захопити вже на відстані 8,5 км. На практиці зробити це дуже складно або майже неможливо в силу наступних причин: по-перше її просто важко помітити, а по-друге, рельєф місцевості не дасть цього зробити. Досвід останніх локальних конфліктів показує, що реальні показники бойової ефективності використання ПЗРК – від 5% до 20%.

ЗСУ мають на озброєнні ПЗРК «StarStreak» [19, 20], який Україні передала Велика Британія. ПЗРК «StarStreak» (його також називають «StarStreak» HVM, High Velocity Missile) призначений для знищення БПЛА, а також гелікоптерів та літаків противника. Фактично комплекс «StarStreak» можна назвати своєрідною «проміжною ланкою» між ПЗРК та зенітно-ракетним комплексом ближньої дії, він може знищувати цілі на висоті до 5 км та дальності до 7 км, що більше, ніж у FIM-92 «Stinger». ПЗРК «StarStreak» оснащений найшвидшою у світі ракетою класу «земля-повітря» малої дальності. Ймовірність успішного ураження цілі 0,9. На відміну від інших ПЗРК, наприклад, ПЗРК «Stinger», британський «StarStreak» не має типової осколково-фугасної бойової частини. Замість неї він оснащений трьома окремими «дротиками» з боеприпасами, які створюються з вольфраму. «Дротики» мають

уламкову бойову частину та можуть розганятися до швидкості близько 970 м/с. Це значно швидше, ніж швидкість ракети радянської «Стріли» чи американського FIM-92 «Stinger». Вони також мають власну систему наведення, тобто кожен з трьох «дротиків» – керований: «втєкти» від такої зброї ворогу майже нереально. Крім того, «StarStreak» має підричник уповільненої дії – «дротик» вибухає вже після проникнення у корпус БПЛА, гелікоптера чи літака, що дозволяє завдати ворожій зброї якомога більшої шкоди.

Головна «родзинка» комплексів «StarStreak» – це система наведення. ПЗРК, які розглядалися раніше, як правило, стріляють ракетами теплового пошуку – спочатку ІЧ ГСН ракети зафіксує тепловий слід цілі, а потім автономно досягає її. «StarStreak» же використовує наведення за допомогою двох лазерних променів, при яких оператор запускає ракету, щойно цілі з'явиться в оптично стабілізованому прицілі. На відміну від ПЗРК з тепловим ІЧ наведенням, навігаційну систему «StarStreak» не можна обманути спеціальними відволікаючими снарядами чи іншими джерелами тепла. Вона фактично невразлива до контрзаходів, зокрема, до російської бортової системи ІЧ протидії Л-370 «Витебск», які стоять на більшості гелікоптерів повітряних космічних сил Росії.

ПЗРК «StarStreak» має напівавтоматичну систему наведення. Завдання оператора такого комплексу полягає у супроводженні повітряної цілі за допомогою оптичного прицілу, у той час супровід ракети, вимір її відхилень від лінії візування, а також вироблення команд на борт ракети здійснюється автоматично. При цьому оператор протягом деякого, нехай нетривалого, часу повинен сконцентрувати всю увагу тільки на одній цілі.

Три стрілоподібні вражаючі елементи («дротики») довжиною 400 мм, діаметром 22 мм мають свою електричну батарею, контур управління та наведення по лазерному променю, який визначає місцезнаходження цілі шляхом аналізу модуляції лазера. Такий принцип наведення називається «лазерна стежка».

Після старту реактивний двигун розганяє бойову частину до швидкості більше 3,5 М. При досягненні максимально можливої швидкості відстрілюються три стрілоподібні бойові елементи («дротики») масою 900 г кожний. Після відокремлення від розгінного блоку «стріли» вибудовують трикутник. В польоті відстань «стрілами» складає приблизно 1,5 м. Кожний бойовий елемент наводиться на цілі індивідуально лазерними променями. Головна частина «стріли» виконана з вольфрамового сплаву, в середній частині корпусу суббоеприпасу знаходиться заряд вибухівки масою біля 400 г, що підривається контактним підривником з деякою затримкою. Руйнівний ефект попадання стрілоподібного елемента в цілі приблизно відповідає 40-мм снаряду зенітної пушки «Босфор» і при стрільбі по наземним цілям має можливість пробити лобову броню радянського БМП-1. Бойові елементи на протязі всієї ділянки польоту можуть вражати повітряні цілі, які маневрують з

перевантаженням до 9 одиниць. Теоретично пусковий контейнер «StarStreak» з пристосованим блоком наведення може переносити одна людина і навіть здійснювати стрільбу з плеча. Але на практиці, внаслідок суттєвої маси і необхідності держати приціл на обстрілюваному об'єкті, це дуже важко зробити. Зазвичай запуск ракет виконується зі спеціальної установки, на якій розташовується до трьох транспортно-пускових контейнерів (ТПК) з прицільним вузлом та поворотним механізмом. Безумовно, таку зенітну установку складно назвати переносною. Маса триноги складає 16 кг, інфрачервоного прицілу – 6 кг, слідкуючої системи – 9 кг, прицільного блоку – 19,5 кг. Тобто, маса без врахування трьох ЗКР складає більше 50 кг.

Зведені ТТХ комплексу наведені в табл. 6.

Таблиця 6 – Основні характеристики комплексу «StarStreak»

Характеристики	ПЗРК «StarStreak»
Типи цілей для ураження	літаки, гелікоптери, БПЛА
Зона ураження, км:	
– по дальності	0,3 ... 7
– по висоті	0,01 ... 5
Система (принцип) наведення	наведення за допомогою двох лазерних променів («лазерна стежка»), напівавтоматична команда на пряму видимість
Швидкість польоту ЗКР, м/с	близько 970
Маса бойової частини, кг	0,9
Загальна маса ПЗРК без врахування трьох ЗКР, кг.	50
Маса триноги, кг	16
Маса ІЧ прицілу, кг	6
Маса слідкуючої системи, кг	9
Маса прицільного блоку, кг	19,5
Обслуговування, осіб	1
Тип бойової частини	три стрілоподібні бойові елементи («дротики») масою 900 г кожний
Кількість боеголовок	до трьох
Ймовірність успішного ураження цілі	0,9

ПЗРК «StarStreak» має свої переваги та недоліки. Суттєвим мінусом є те, що оператору після пуску ракети приходится здійснювати наведення до зустрічі вражаючого елемента з ціллю. Це накладає деякі обмеження і підвищує вразливість розрахунку. Наявність на комплексі апаратури передачі команд наведення ускладнює експлуатацію і збільшує його вартість. В порівнянні з ПЗРК з ІЧ ГСН британський комплекс краще пристосований для ураження цілей, що летять на дуже малих висотах, і майже нечутливий до теплових завад. При високій заводозахисності та точності наведення лазерна система чутлива до негативного впливу таких метеорологічних факторів, як осадки та туман.

ЗСУ активно використовують ПЗРК «StarStreak» проти російських БПЛА, гелікоптерів та літаків. Українські військові вперше збили

російський гелікоптер Мі-28Н британським ПЗРК «StarStreak» на початку квітня 2022 року.

Комплекс «StarStreak» можна використовувати у декількох варіантах: як безпосередньо ПЗРК з «плеча», як стаціонарний комплекс з декількома ракетами, а також у складі рухомої платформи.

ПЗРК «Martlet» – це комплекс британського виробництва, розроблений у 2008 році [21]. На початку квітня 2022 року вони попали до України. В Україні використовуються комплекси з ракетами класу «земля-повітря».

Комплекс розроблений для знищення маломірних низьколітаючих цілей. Комплекс може успішно застосовуватися проти широкого кола легко- та середньоброньованих наземних цілей (БМП, БТР, самохідна та буксирувальна артилерія тощо). Новітні британські ПЗРК «Martlet» успішно використовувалися проти російських дронів типу «Орлан-10» та ударних гелікоптерів типу Ка-52.

В даному ПЗРК використовується ракета з блоком управління та іншою апаратурою від комплексу «StarStreak». Відрізнити їх можна за формою пускового циліндра. Дво- та тризарядні пускові установки розміщуються на стаціонарній тринозі або на відповідній техніці. Прицільний пристрій транспортується окремо від ракети у спеціальному захисному контейнері. Він оснащений потужним тепловізором, що значно полегшує пошук цілей.

Довжина ракети складає 1,3 м, діаметр корпусу – 76 мм, маса ракети – 13 кг. Бойова частина – кумулятивно-уламкова масою 3 кг. На підльоті до цілі ракета підривається неконтактним лазерним підривиком.

Дальність польоту – від 6 до 8 км. Двоступеневий твердопаливний двигун забезпечує відносно невелику швидкість до 510 м/с, що вдвічі повільніше за той же «StarStreak». Втім, зменшення швидкості, за словами військових, дещо спрощує процес керування та наведення ракети. При цьому ракета має м'який старт – маршовий двигун починає роботу на відстані понад 10 м від оператора.

Ракета може зберігатися у транспортному контейнері протягом 15 років без технічного обслуговування.

Однією з особливостей ракети є використання двоканальної системи наведення – лазерної променевої та ІЧ на кінцевій ділянці наведення. Політ ракети «за променем» забезпечує стійкість до оптико-електронного придушення та дозволяє повністю ігнорувати теплові пастки. Щоправда, при цьому оператор змушений утримувати ціль в об'єктиві прицілу аж до її знищення.

Легкість, мобільність, простота використання і ефективність проти малорозмірних цілей робить цей комплекс дуже затребуваним в українській армії, особливо коли доводиться протидіяти смертоносним дронам-камікадзе.

ПЗРК «Mistral» – це комплекс французького виробництва, який сухопутні війська Франції прийняли на озброєння у 1987 році. ПЗРК «Mistral» [18] призначений для знищення низьколітаючих повітряних цілей: літаків, гелікоптерів, БПЛА і КР. Ураження повітряних цілей може здійснюватися як

на зустрічних курсах, так і вдогін. Україна одержала комплекси сучасної модифікації «Mistral M2». В цій моделі використана ЗКР, яка виконана по аеродинамічній схемі «качка», що забезпечує чудові маневрові якості з високою точністю наведення на кінцевій ділянці польоту. Головна частина ЗКР діаметром 90 мм прикрита пірамідальним обтічником, під яким знаходиться ІЧ ГСН. Така форма має переваги перед сферичною, оскільки знижує лобовий опір. В ГСН використано приймальний пристрій мозаїчного типу, що має високі можливості щодо виявлення та захвату цілей зі слабкою тепловою сигнатурою. В поєднанні з охолоджувальним приймальним пристроєм це дозволяє покращити завадозахищеність і знизити ймовірність захвату хибної цілі. ГСН може захватити реактивний винищувач на дальності до 7 км, а гелікоптер, оснащений пристроями для зниження теплової помітності, – на відстані до 4 км на зустрічному курсі. Осколково-фугасна бойова частина ракети з бойовими елементами (вольфрамові шарики) важить 2,95 кг і споряджена контактними і лазерними неконтактними підривачами. Надійне ураження повітряної цілі забезпечується при промаху до 1 метра. «Mistral M2» може боротися з повітряними цілями на дальності від 0,5 до 5,3 км та в діапазоні висот від 0,01 до 3 км. Середній час реакції при відсутності зовнішніх даних по цілі складає близько 5 с і 3 с при наявності таких даних. ПЗРК «Mistral M2» є досить ефективною і сучасною зброєю. Комплекс має у своєму складі системи виявлення «свій-чужий». Ймовірність успішного ураження цілі складає 0,8.

Одним з суттєвих недоліків є досить велика маса і громіздкість. Хоч він і рахується як переносний, але фактично він є «возимо-переносний». ТПК і прицільна апаратура розміщуються на металевій тринозі з сидінням для оператора. За допомогою відповідних механізмів забезпечується розворот і необхідний кут підвищення для стрільби практично в любому напрямку. На думку західних спеціалістів «Mistral M2» краще за все підходить для захисту стаціонарних об'єктів від засобів повітряного нападу, що діють на малих висотах.

Основні ТТХ ПЗРК «Mistral 2M» приведені в табл. 7.

Таким чином, проведений порівняльний аналіз показав, що кожному типу ПЗРК властиві свої переваги.

Висновки

1. На сьогоднішній день одним з найбільш ефективних засобів ураження авіаційної техніки противника (включаючи літаки, гелікоптери, БПЛА та КР), яка рухається на малих висотах, є ПЗРК. Вони мають досить високу ймовірність ураження засобів повітряного нападу і дешевизну в порівнянні з ними, а також мобільність і можливість створення кількісної переваги на найбільш небезпечних напрямках. Кожному типу ПЗРК властиві свої переваги та недоліки, які можуть суттєво впливати на ефективність застосування в тих чи інших умовах бойової обстановки.

2. ПЗРК, які стоять на озброєнні ЗСУ, мають як ІЧ ГСН, так і напівавтоматичну систему наведення. Комплекси, які мають систему наведення за допомогою ІЧ ГСН, відстежують ціль по тепловому контрасту двигуна. При використанні таких ПЗРК оператор за допомогою оптичного прицілу пускової установки виявляє, а потім супроводжує повітряну ціль доти, поки вона не буде захоплена ГСН ЗКР. Ефективність ІЧ ГСН знижується внаслідок застосування «теплових пасток», а також при наявності природних перешкод, таких як купчасті хмари, освітлені сонцем.

Таблиця 7 – Основні характеристики комплексу «Mistral 2М»

Характеристики	ПЗРК Mistral 2М
Типи цілей для ураження	літаки, гелікоптери, БПЛА, КР
Зона ураження, км: – по дальності – по висоті	0,5 ... 5,3 0,01 ... 3
Максимальна швидкість польоту ЗКР, м/с	800
Ймовірність успішного ураження цілі	0,8
Маса ракети, кг	24
Діаметр ЗКР, мм	90
Маса бойової частини, кг	2,95
Висота готового до вогню озброєння, мм	740
Довжина готового до вогню озброєння, мм	1980
Маса ПМ, кг	20
Бойова частина	осколково-фугасна з готовими убійними елементами
Тип бойової частини	теплова-ІЧ (пасивна, інфрачервона)
Дальність захвату ГСН реактивного винищувача на зустрічному курсі, км	до 7
Дальність захвату ГСН гелікоптера на зустрічному курсі, км	до 4
Двигун ракети	двохступеневий – стартовий, маршовий
Час роботи НБЖ, с	55

ПЗРК з напівавтоматичною системою наведення можуть здійснювати пуск ЗКР як навздогін, так і назустріч цілі. При командному наведенні полегшується селекція цілі в умовах перешкод та з'являється можливість вести вогонь і по наземних цілях. Завдання оператора такого комплексу полягає у супроводженні повітряної цілі за допомогою оптичного прицілу, у той час супровід ракети, вимір її відхилень від лінії візування, а також вироблення команд на борт ракети здійснюється автоматично.

3. Комплекси зарубіжного виробництва за своїми бойовими характеристиками перевершують ПЗРК радянського виробництва сімейства «Стріла» та «Голка». В комплексі «Rюgin» забезпечена можливість селекції на фоні активного відстрілу теплових пасток, він відрізняється від інших подібних систем наявністю додаткових боеголовки, завдяки яким ракета може ефективніше виявляти джерело тепла, яким є

авіаційний двигун ворожого літального апарата. ПЗРК FIM-92 «Stinger» має можливість захвату цілі з малою тепловою помітністю та виявлення цілі на фоні теплових пасток, більшу за розміром бойову частину, вищу енергетику та швидкість ракети, високу вражаючу здатність. ПЗРК «StarStreak» оснащений найшвидшою у світі ракетною класу «земля-повітря» малої дальності, використовує лазерну систему наведення за допомогою двох лазерних променів, має високу перешкодозахисність та точності наведення. В ПЗРК «Martlet» використана двоканална система наведення – лазерна променева та інфрачервона на кінцевій ділянці наведення, політ ракети «за променем» забезпечує стійкість до оптико-електронного придушення та дозволяє повністю ігнорувати теплові пастки. В ІЧ ГСН ПЗРК «Mistral» використано приймальний пристрій мозаїчного типу, що має високі можливості щодо виявлення та захвату цілей зі слабкою тепловою сигнатурою.

Список літератури

1. Романенко І.С. Теорія відвертого збитку: моногр.; Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України / І.С. Романенко, В.О. Шуєнкін, В.М. Можаровський. Львів: Видав: Національна академія Сухопутних військ України, 2017. 244.
2. Гібридна війна Росії проти України: уроки та висновки – 24.10.2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/.../2107122-gibridna-vijna-rosii-p>.
3. Про Збройні Сили України: Закон України від 06.12.1991р. №1934-ХІІ. Дата оновлення: 27.03.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1934-12/>.
4. Можаровський В.М., Нор П.І. Вплив озброєння та військової техніки на бойовий потенціал військових формувань. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2016. Випуск 3(48). С.12–16.
5. Tiutiunyk V.V., Ivanets H.V., Tolkunov I.A., Stetsyuk E.I. System approach for readiness assessment units of civil defense to actions at emergency situations. *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2018. Vol. 1, Issue 1 (163). P. 99–105.
6. Горбулін В. «Гібридна війна» як ключовий інструмент російської геостратегії реваншу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.niss.gov.ua/public/File/2015_book/012315_Gorbulyan.pdf.
7. Коломійцев О.В., Кудряшов В.С., Шевченко А.Ф. Ефективність управління вогнем та стрільби переносного ЗКР в обумовлених умовах його застосування. *Системи озброєння і військова техніка*. 2009. № 2 (18). С. 14–16.
8. Countering rogue drones [Electronic resource]. 2018. 31c. Available at: <http://surl.li/iaps>.
9. Kratky M., Minarik V. The non-destructive methods of fight against UAVs/M. *International Conference on Military Technologies*. – Brno, 31 May – 2 June 2017. P. 690–694. <https://doi.org/10.1109/MILTECHS.2017.7988845>.
10. Корольов Р.В., Королюк Н.О., Петров О.В., Сюлев К.В. Аналіз сучасних засобів знищення безпілотних літальних апаратів. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2017. № 4(53). С. 17–21.
11. Волков А.Ф., Лезік О.В., Корсунов С.І., Левагін Г.А., Яновський О.В., Іваненко К.В. Аналіз застосування БПЛА у вірмено-азербайджанському воєнному конфлікті та можливі шляхи боротьби з ними. *Системи озброєння та військової техніки*. 2020. №4 (64). С. 7–17.
12. Переносний зенітно-ракетний комплекс – Wikiwand. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wikiwand.com> > Переносний зенітно-ракетний комплекс.
13. Сучасне озброєння і військова техніка Збройних сил Російської Федерації. Довідник учасника ССО /С.П. Корнійчук, О.В. Туринський, Г.В. Певцов та ін.]; за заг. Ред. С.П. Корнійчука. Х.: ДІСА ПЛЮС, 2020. 1220 с.
14. Переносний зенітно-ракетний комплекс Стріла-3 – всі технічні характеристики. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://suprotiv.com>pzrk>strila>

15. У ЗСУ прийнято на озброєння модернізований ПЗРК «Ігла-1». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mil.in.ua> > У ЗСУ прийнято на озброєння модернізований ПЗРК «Ігла-1»>.
16. Ігла (ПЗРК) – характеристика та дальність дії ПЗРК Ігла. Факти ICTV. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fakty.com.ua>supilstvo>2>.
17. Макеєв В.І., Пушкарьов Ю.І., Ляпа М.М., Житник В.С. Використання теорії ймовірностей в артилерії: підручник. Суми: Сумський державний університет, 2019. 494 с.
18. Петков С. В. Пам'ятка по застосуванню ПЗРК «Mistral», «Stinger», «Piorun». Київ: «Центр учбової літератури», 2022. 36 с.
19. Британці передали ЗСУ StarStreak: що це за зброя - Заборона. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zaborona.com > brytaniya>
20. Смертельні «дротики» для ворожої авіації: чим особливий ПЗРК StarStreak від Великої Британії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://espreso.tv>smertelni-drotiki>.
21. Проти «Орланів» та «Алігаторів»: що відомо про нові британські ПЗРК Martlet. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://armyinform.com.ua> lastivka>.
22. *tehnika*, 2009, no. 2 (18), pp. 14–16.
23. Countering rogue drones [Electronic resource]. 2018. 31c. Available at: <http://surl.li/iaps>.
24. Kratky M., Minarik V. The non-destructive methods of fight against UAVs/M. *International Conference on Military Technologies*. – Bmo, 31 May – 2 June 2017, pp. 690–694. <https://doi.org/10.1109/ MILTECHS.2017.7988845>.
25. Korol'ov R.V., Korolyuk N.O., Petrov O.V., Syulev K.V. Analiz suchasnykh zasobiv znyshchennya bezpilotnykh lital'nykh aparativ. *Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivs'koho natsional'noho universytetu Povitryanykh Syl*, 2017, no. 4(53), pp. 17–21.
26. Volkov A.F., Lezik O.V., Korsunov S.I., Levahin H.A., Yanovs'kyi O.V., Ivanenko K.V. Analiz zastosuvannya BPLA u virmeno-azerbaydzhans'komu voyennomu konflikti ta mozhlyvi shlyakhy boro-t'by z nymy *Systemy ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniki*, 2020, no. 4 (64), pp. 7–17.
27. Perenosnyy zenitno-raketnyy kompleks – Wikiwand. - [Elektro-nnyy resurs]. Rezhym dostupu: <https://www.wikiwand.com > Pere-nosnyy zenitno-raketnyy kompleks>.
28. *Suchasne ozbroynennya i viys'kova tekhnika Zbroynykh syl Rosiys'koyi Federatsiyi. Dovidnyk uchasnyka SSO* [S.P. Komiychuk, O.V. Turyn-s'kyi, H.V. Pevtsov ta in.]; za zah. Red. S.P. Komiychuka. KH.: DISA PLYUS, 2020. 1220 s.
29. *Perenosnyy zenitno-raketnyy kompleks Strila-3 – vsi tekhnichni kharakterystyky*. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://suprotyv.com>pzrk>strila>
30. *U ZSU pryynyato na ozbroynennya modernizovanyy PZRK «Yhla-1»*. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://mil.in.ua> U ZSU pryynyato na ozbroynennya modernizovanyy PZRK «Yhla-1»>>.
31. *Ihla (PZRK) – kharakterystyka ta dal'nist' diyi PZRK Ihla. Fakty ICTV*. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://fakty.com.ua>supilstvo>2>.
32. Makeyev V.I., Pushkar'ov YU.I., Lyapa M.M., Zhytnyk V.S. Vykorystannya teoriyi ymovimostey v artyleriyi: pidruchnyk. – Sumy: Sums'kyi derzhavnyy universytet, 2019. 494 p.
33. Pyetkov S. V. *Pam"yatika po zastosuvannnyu PZRK «Mistral», «Stinger», «Piorun»*. – Kyiv: Tsentr uchbovoyi literatury, 2022. 36 p.
34. *Brytantsy peredaly ZSU StarStreak: shcho tse za zbroya - Zaborona*. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://zaborona.com > brytaniya>
35. *Smertel'ni «drotiky» dlya vorozhoyi avitsiyi: chym osoblyvyi PZRK StarStreak vid Velykoyi Brytaniyi*. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://espreso.tv>smertelni-drotiki>.
36. *Proty «Orlaniv» ta «Alihatoriv»: shcho vidomo pro novi brytans'ki PZRK Martlet*. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://armyinform.com.ua> lastivka>.

References (transliterated)

1. Romanenko I. S., Shuyenkin V. O., Mozharovs'kyi V. M. Teoriya vidvertoho zbytku: monohr.; Tsentral'nyy na-ukovo-doslidnyy instytut Zbroynykh Syl Ukrainy. L'viv: Vydav. Natsional'na akademiya Sukhoputnykh viys'k Ukrainy, 2017. 244.
2. Hibrydna viyna Rosiyy proty Ukrainy: uroky ta vysnovky – 24.10.2016 [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.ukrinform.ua/.../2107122-gibridna-vijna-rosii-p>.
3. Pro Zbroyni Syly Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 06.12.1991r. №1934-KHII. Data onovlennya: 27.03.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1934-12/>.
4. Mozharovs'kyi V.M., Nor P.I. Vplyv ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniki na boyovyy potencial viys'kovykh formuvan'. *Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivs'koho universytetu Povitryanykh Syl*, 2016, vol. 3(48), pp. 12–16.
5. Tiutiunyk V.V., Ivanets H.V., Tolkunov I.A., Stetsyuk E.I. System approach for readiness assessment units of civil defense to actions at emergency situations. *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2018, vol. 1, iss. 1 (163), pp. 99–105.
6. Horbulin V. «Hibrydna viyna» yak klyuchovyy instrument rosiys'koyi heostrategiyi revanshu. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: www.niss.gov.ua/public/File/2015_book/012315_Gorbulyan.pdf.
7. Kolomyitsev O.V., Kudryashov V.S., Shevchenko A.F. Efektivnist' upravlinnya vohnem ta stril'by perenosnoho ZRK v obumovlenykh umovakh yoho zastosuvannya. *Systemy ozbroynennya i viys'kova*

Hadziyana (received) 18.01.2024

Відомості про авторів /AbouttheAuthors

Іванець Михайло Григорович / Ivanets Mihail – кандидат технічних наук, старший дослідник, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3106-7633>; e-mail: miwgan81@gmail.com

Горєлишев Станіслав Анатолійович / Horielyshev Stanislav – кандидат технічних наук, доцент, Національна академія Національної гвардії України, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1689-0901>; e-mail: port_6633@ukr.net.

Іванець Григорій Володимирович / Ivanets Grigoriy – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4906-5265>; e-mail: miwgan81@gmail.com.

Войнов Валерій Вікторович / Voinov Valerii – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, начальник науково-дослідної лабораторії факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5732-5960>; e-mail: Vvoinov80@gmail.com

Баулін Дмитро Станіславович / Baulin Dmitro – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Національна академія Національної гвардії України, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7082-6954>; e-mail: baulinds1966@ukr.net.

Наконечний Олександр Анатолійович / Nakonechnyi Aleksandr – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, професор кафедри озброєння військ ППО СВ, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9659-9681>; e-mail: nakon61@gmail.com.