

Розвиток, бойове застосування та озброєння радіотехнічних військ

УДК 378.147

DOI: 10.30748/nitps.2018.30.06

А.А. Гризо, І.М. Невмержицький, В.Б. Григор'єв, Р.В. Зіняк

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

ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНОЇ ОГЛЯДОВОЇ РЛС БАРАЖУЮЧИМИ БОЄПРИПАСАМИ З РЕЖИМОМ САМОНАВЕДЕННЯ НА РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ

Стаття присвячена проблемі захисту оглядових РЛС від баражуючих боєприпасів, які можуть виконувати функцію протирадіолокаційних ракет. Проведено аналіз сучасних та перспективних зразків таких боєприпасів. Розглянуто сучасні погляди на їх застосування, показано, що баражуючі боєприпаси як засіб знищення систем ППО, а саме випромінюючих цілей, позиціонуються як недорога, малопомітна та високоточна альтернатива протирадіолокаційним ракетам, яка відрізняється істотно меншим часом реакції у ланцюгу «виявлення – знищення». Для проведення розрахунків використовувалися методи математичної статистики, результати розрахунків оцінювалися методом порівняльного аналізу. Отримано залежності ймовірності поразки одиначної РЛС одним баражуючим боєприпасом від точності системи наведення, маси та типу бойової частини, а також засобів, які використовуються для захисту РЛС від вогневого впливу. Розглянуто п'ять типів баражуючих боєприпасів вагою бойової частини 32, 23, 15, 8 та 3 кг. Показано, що при досягнутих на теперішній час можливостях систем наведення, без вживання додаткових засобів захисту від вогневого впливу баражуючих боєприпасів ймовірність знищення засобів радіовипромінювання близька до одиниці. Застосування протиосколкових екранів, які закривають лише борта кабін, не ефективно, тому що основна кількість осколків діє на дах кабін. Наведено практичні рекомендації щодо захисту засобів радіовипромінювання від вогневого впливу баражуючих боєприпасів з функцією протирадіолокаційних ракет.

Ключові слова: протирадіолокаційні ракети, захист РЛС, баражуючі боєприпаси.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз застосування військової компоненти в останніх збройних конфліктах свідчить про те, що здатність збройних сил швидко реагувати на загрози може бути істотно ускладнена для віддалених районів у зв'язку з обмеженнями доступу до закордонних портів, аеродромів та, відповідно, районів бойових дій. Прикладом можуть бути операції США в Афганістані, Іраку, Росії – в Сирії [1–3].

Крім того, кількість систем зброї, що зможуть вільно працювати в повітряному просторі, насиченому засобами ППО противника, достатньо обмежена. Наприклад, ВПС США у 2018 році планують до використання тільки малопомітні літаки – бомбардувальник В-2 і винищувачі F-117, F-22 і F-35. З них тільки В-2 буде здатний ефективно діяти на великих відстанях за умови відсутності авіабаз. Однак США мають обмежену кількість таких літаків (21 літак) [2–3].

У [5] показано, що для забезпечення п'ятихвилинного терміну реагування по цілі (прийнято у якості граничного значення для мобільних цілей) по всьому району бойових дій, необхідно постійно мати в повітрі дев'ять літаків. Для кожного з дев'яти літаків В-2, які баражують в районі, повинні здійснюватися вильоти через 10 год, при цьому сумарно буде потрібно здійснити близько 22 бойових вильотів в день. З урахуванням існуючих експлуатаційних обмежень для бомбардувальника В-2 (порядку 0,5 бойових вильотів в день), буде потрібно мати групу літаків чисельністю 44 повністю готових літаків, а з урахуванням додаткових вимог по резерву, надійності та інших експлуатаційних факторів, потрібна чисельність групи зросте до 60 літаків [4–5].

Для виходу з такої ситуації пропонується використання баражуючих боєприпасів (ББ). Вони поєднують у собі переваги керованого БПЛА та потужної бойової частини ракети. ББ можуть працювати в складних умовах, включаючи забудовані території,

важкодоступні райони і сценарії так званої «війни трьох кварталів» [6–7], в яких є високий ризик ураження своїх військ і супутнього збитку, і де традиційна артилерія та ракетні удари недопустимі або неприйнятні.

Наприклад, за інформацією міністерства оборони Росії, з початку сирійської операції інтенсивність використання БПЛА зростає більш ніж в 2,5 рази – до тисячі вилетів на місяць [1].

Баражуючі боеприпаси можуть бути також розгорнуті відповідно до комплексних правил ведення бойових дій, коли невеликий високоточний вплив буде більш ефективним, ніж обстріл традиційної артилерії, або дорогими ракетами класу «повітря-земля», або вільно падаючими бомбами [2–3].

У концепції "Глобальний удар" ВПС США [1; 8] зазначається, що маючи можливість конфігурації для різних завдань – спостереження і розвідки або атаки, або придушення, або ураження об'єктів системи ППО супротивника – ББ підвищують ефективність і виживання пілотованих систем, особливо в початковий період конфлікту в умовах обмеженого доступу до району бойових дій [8].

Баражуючі боеприпаси як засіб знищення систем ППО, а саме випромінюючих цілей, позиціонуються як недорога, малопомітна та високоточна альтернатива протирадіолокаційним ракетам, яка відрізняється істотно меншим часом реакції у ланцюгу «виявлення – знищення», у порівнянні із традиційними протирадіолокаційними ракетами або іншим озброєнням, яке використовується у поєднанні з системами радіотехнічної розвідки. Так використання бортової апаратури літаків F-16 CJ, Торнадо ECR (варіант AN/ASQ-213R7 додає можливість використання бомб з комплектами високоточного наведення. Наприклад, комплект Joint Direct Attack Munition для бомб GBU-31/32/35/38/54) для класифікації, визначення координат РЛС та передачі координат вогнеvim засобам, в якості яких можуть виступати керовані авіаційні бомби, ракети, артилерійські боеприпаси.

Мета статті – оцінити ефективність застосування різних типів ББ для знищення наземної оглядової РЛС, за умов використання захисних споруд різного виду та надати практичні рекомендації щодо підвищення живучості РЛС.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Високоточні можливості ББ підвищилися настільки, що можна з упевненістю говорити про перспективи подальшого їх розвитку. Ряд ключових постачальників, здебільшого з Ізраїлю та Сполучених Штатів, продовжують розробки в області ББ [8–10].

Станом на початок 2001 р. 53 фірми в 13 країнах розробляли і випускали БЛА 143 типів. Практично всі розвинені країни в тій чи іншій мірі займаються цією проблемою.

Однією із значущих програм у галузі перспективних ББ є Програма єдиного ударного БЛА для ВПС і ВМС США J-UCAS, яка здійснювалася Агентством перспективних дослідницьких розробок МО США (DARPA) в інтересах ВПС і ВМС США. До теперішнього часу в ВПС і ВМС США з'явилися повідомлення, що програма знову розділилася за видами збройних сил.

Якщо США обмежуються тільки демонстраційними екземплярами, то Ізраїль серійно випускає ББ з функцією протирадіолокаційного боеприпасу.

Ізраїльська компанія IAI однією з перших вийшла на ринок сучасних ББ зі своєю розробкою Harpy (рис. 1) [11].

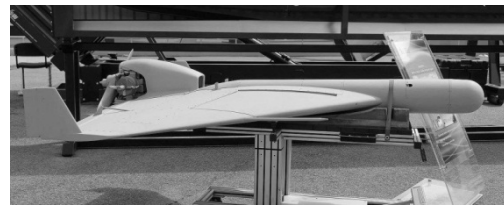


Рис. 1. Баражуючий боеприпас Harpy

Переносна автономна система, яка запускається з пускового контейнера, обладнана пасивною головною самонаведення на джерело електромагнітного випромінювання, оптимізована для придушення ППО противника. Апарат Harpy важить 160 кг разом з осколково-фугасною бойовою частиною масою 15 кг, а по іншим даним 32 кг (мабуть мова йде про декілька модифікацій). Розмах крил становить три метри, дальність дії ймовірно перевищує 500 км, а тривалість баражування 6 годин. Основними операторами цієї системи є: Німеччина, Китай, Індія, Південна Корея, Туреччина та Ізраїль.

На даний час ББ Harpy має найбільш широке використання. Jane's повідомляє про укладення контракту на покупку 100 БПЛА з Південною Кореєю.

МО США розглядає можливість реалізації проекту CUTLASS (the Combat UAV Target Locate and Strike System) на основі ББ Harpy, інтегрованого з системою пошуку цілей ракет AIM-9 фірми Raytheon.

Підрозділ ракетно-космічних систем компанії IAI розробляє також новий варіант Harpy – Harpy NG з вдосконаленою системою наведення.

У жовтні 2005 ця модифікація Harpy була відібрана у якості одного з фіналістів британської програми демонстрації можливостей баражуючих боеприпасів, яка розвинулася в нині вже закриту програму IGPA.

У 2009 році компанія IAI представила ББ Harop, обладнаний оптико-електронною головою самонаведення. Harop (рис. 2) призначений для ураження пріоритетних цілей, які швидко рухаються з критичним часом існування [4–5]. За інформацією

компанії, система Нагор повторює в основному ті ж характеристики, що й Нагру, за винятком деяких відмінностей. Круглий фюзеляж і дельтовидні крила були замінені фюзеляжем з більш складним профілем і дельтовидними крилами, які мають зменшену стріловидність передньої кромки.

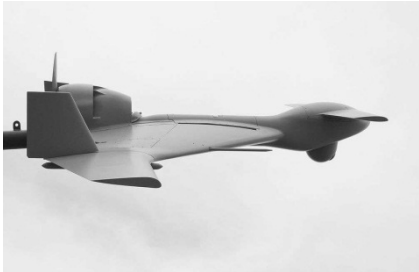


Рис. 2. Баражуючий боєприпас Нагор

За заявою міністерства оборони Азербайджану Нагор був вперше застосований під час збройних зіткнень 1-4 квітня 2016 в Нагірному Карабасі.

Нагор може запускатися з різних транспортних платформ, включаючи морські та наземні пускові установки. Він також може запускатися з повітряних платформ в напрямку передбачуваного району цілі. Цей ББ може запускатися під будь-яким кутом, включаючи горизонтальну або вертикальну траєкторії.

Ймовірно, що на Нагор встановлена оптико-електронна станція MiniPOP/POP200 розробки IAI Tamam та супутникові засоби зв'язку. ББ Нагор обладнаний роторно-поршневим двигуном, який дозволяє досягати крейсерської швидкості у 185 км/ч та має максимальну дальність понад 500 км. Максимальна злітна вага 135 кг, бойова частина також осколково-фугасна вагою 23 кг. Однак, канал зв'язку дозволяє оператору контролювати апарат на дальностях всього лише до 150 км.

ББ Нагор знаходиться на озброєнні збройних сил Ізраїлю з 2009 року, крім того, Індія закупила 10 комплектів такої системи.

Комплекс TARES (Tactical Advanced Recce Strike), що розроблений компанією "Rheinmetall Defence Electronics GmbH", складається з 16 ББ "Тайфун" ("Taifun"), які стартують з контейнера запуску, транспортування та зберігання [13]. Система наведення ББ "Тайфун" – комбінована, що складається з елементів пасивної радіолокації, а також оптико-електронної та інфрачервоної апаратури. Характеристики схожі з Нагру. Злітна вага 170 кг, Заявлена дальність дії – не менше 200 км.

На авіашоу в Парижі в 2015 році виконавчий віце-президент ракетно-космічного підрозділу компанії IAI Боаз Леві розповів, що IAI знаходиться на «просунутому етапі проектування» легкої баражуючої системи, яка базується на технології Нагор. Леві свідчить, що новий ББ з часом баражування 2–3 години буде запускатися з пускового контейнера. За

розмірами нова система буде приблизно в п'ять разів менше нинішнього Нагор. Вона буде оснащуватися стабілізованою станцією MicroPOP виробництва IAI Tamam Division, та зможе нести 3–4 кг осколково-фугасну бойову частину (приблизно п'ята частина 15-кг боеголовки системи Нагор). Новий боєприпас можна буде запускати з наземних, морських і повітряних платформ.

Також доцільно розглянути новітній ББ Него 400ЕС Ізраїльської компанії UVision. Компанія вважається самою інноваційною та перспективною, багато розробників орієнтуються саме на її продукцію [14].

Малогобаритні ББ Него 400ЕС можуть завдавати точкових ударів по бойових цілях в населеній забудованій місцевості або віддалених місцях. Радіус дії до 150 км. Загальна вага ББ становить 40 кг, вага багатофункціональної бойової частини 8 кг [4].

Виклад основного матеріалу

Розрахунок ймовірності ураження наземної оглядової РЛС баражуючими боєприпасами з режимом самонаведення на випромінювання проведено за методикою, викладеною у [6]. Імовірність ураження цілі одною ракетою R_1 зводиться до усереднення умовної ймовірності поразки цілі $G(\rho)$, за всіма можливими значеннями помилок наведення (величини промаху ρ) із урахуванням їх ймовірності $f(\rho)$:

$$R_1 = \int_0^{\infty} G(\rho) \cdot f(\rho) d\rho. \quad (1)$$

Умовна ймовірність поразки цілі $G(\rho)$ є узагальненою спільною характеристикою ураження даної цілі та ефективності бойової частини боєприпасу даного типу. Співмножник $f(\rho)$ описує закон розподілу помилок наведення.

Запропонована методика дозволяє розрахувати ймовірність поразки одиночної РЛС одним ББ. У якості вхідних даних використовуються показники, що характеризують точність системи наведення ББ (математичне сподівання та дисперсія сумарної помилки наведення), тип бойової частини (кількість і швидкість розльоту осколків), стійкість РЛС до впливу вражаючих факторів (товщина дюралевого еквівалента, площа проєкції елементів РЛС, які вражаються).

У якості РЛС обрано 19Ж6, яка є однією з поширених у радіотехнічних військах та широко залучається до висвітлення повітряної обстановки в зоні АТО. У методиці припускається, що РЛС 19Ж6 представляє собою ціль без накопичення втрат між агрегатами, тобто виходить із ладу за рахунок поразки одного з її уразливих агрегатів одним осколком.

Під поразкою цілі будемо розуміти нездатність її вести розвідку повітряного простору й видавати радіолокаційну інформацію споживачам.

У якості баражуючого боєприпасу для розрахунку оберемо декілька варіантів:

А. Типу *Harpy*, максимальна злітна вага 125 кг, дальність дії 400 км, осколково-фугасна бойова частина масою 32 кг. (*Harpy TG, CUTLASS, Hero 900*).

Б. Типу *Harop*, максимальна злітна вага 135 кг, дальність дії 500 км, осколково-фугасна бойова частина масою 23 кг. (*Harop LM, Taifun*).

В. Типу *Harpy* з бойовою частиною 15 кг.

Г. Типу *Hero 400ES*, максимальна злітна вага 40 кг, дальність дії 150 км, осколково-фугасна бойова частина масою 8 кг.

Д. Перспективна легка система компанії *IAI* з осколково-фугасною бойовою частиною масою 3 кг. (*Hero 120*).

З використанням наведеної методики було отримано залежність імовірності поразки РЛС одним ББ (R_1) від величини середньоквадратичного відхилення (СКВ, σ) системи наведення ББ (рис. 3).

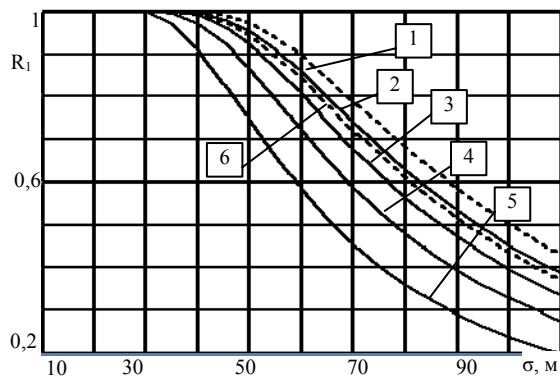


Рис. 3. Імовірність ураження цілі для різних типів ББ

Крива 1 наведена у якості ілюстративного прикладу, вона відповідає відомій ПРП *HARM* (варіант *AGM-88E*) із осколково-фугасною бойовою частиною (БЧ) з готовими осколковими елементами (біля 12500, вагою 3–5 грам) та масі вибухової речовини 66 кг. Криві 2, 3, 4, 5 відповідають вказаним варіантам А–Д. Прийнято, що використовується бойова частина з готовими осколковими елементами по типу ПРП *HARM*, їх кількість перераховано відповідно до маси бойової частини.

Крива 6 відрізняється від кривої 1 тим, що використовується осколково-фугасна БЧ з рубчастою оболонкою, така бойова частина при підриві забезпечує біля 100–300 осколків масою 10–30 грам.

При розрахунках передбачалося, що сумарна помилка наведення ПРП не має систематичної складової, розподіл промахів описується законом Релея, гарантується спрацювання зривника (або дистанційного, або контактного при зустрічі з ціллю або

поверхнею у випадку промаху). Передбачається, що РЛС виводиться з ладу осколками за рахунок механічного ушкодження агрегатів.

З аналізу результатів видно, що при СКВ менш 30 м (режим самонаведення або наведення з використанням GPS) криві практично не відрізняються одна від одної, це пояснюється тим, що навіть при невеликій масі БЧ (навіть при меншій швидкості розльоту) забезпечується висока пробивна здатність окремого осколка при влученні в цілі. Розходження кривих при СКВ більш 30 м пояснюються зниженням числа осколків, що можуть влучити у цілі при розльоті та зниженні пробивної здатності завдяки гальмуванню повітрям.

Таким чином, при досягнутих на теперішній час можливостях систем наведення та за відсутності заходів захисту РЛС вага БЧ практично не впливає на результат ураження. У всіх випадках забезпечується фактично гарантована поразка цілі. Навіть використання застарілих типів боєприпасів з рубчастою оболонкою БЧ (крива 6) гарантує поразку цілі.

Якщо взяти до уваги те, що ББ при невеликих масо-габаритних характеристиках (а як слідство і вартості) (криві 2–5) забезпечують ефективність поразки РЛС на рівні спеціалізованої ПРП *HARM*, при цьому можуть використовуватися широке коло носіїв, навіть пуск з поверхні з використанням вантажного автомобіля (рис. 4). Тому слід очікувати використання декількох ББ (серія послідовних пусків з 2–4 ББ) по одній РЛС для її знищення.



Рис. 4. Пускові контейнери та запуск ББ *HAROP*

Досвід військових конфліктів свідчить про доцільність та достатньо високу ефективність додаткового захисту радіоелектронної техніки від сколків шляхом використання захисних екранів з різних матеріалів.

Наприклад, у зоні АТО для цього по периметру кабін встановлювалася тара, заповнена піском (мішки, ящики) або стовпи дерев, автомобільні шини тощо. Приклад використання таких екранів наведено на рис. 5.



Рис. 5. Приклад використання додаткових захисних екранів

Такий захист довів свою ефективність при мінометних обстрілах, коли підрив БЧ відбувається при контакті з землею. Підрив БЧ ПРР з метою забезпечення найбільшої ефективності ураження відбувається, навпаки, на висоті декількох метрів над цілю, таким чином, щоб напрям розльоту осколків складав близько 70 градусів.

Оцінимо ефективність розглянутого типу укриття для цих умов. Результати наведено на рис. 6. При розрахунках вважалось що захисні екрани повністю унеможливають ураження осколками з відповідного напрямку.

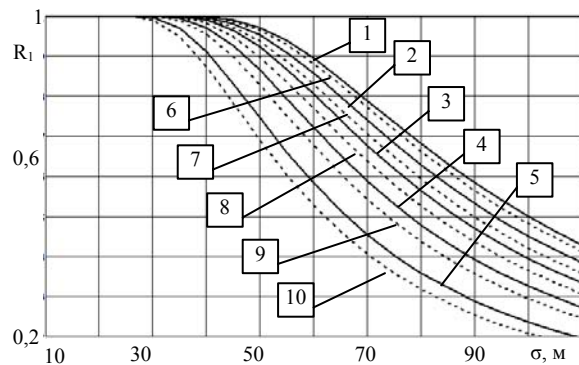


Рис. 6. Ймовірність ураження цілі для різних типів ББ при застосуванні захисних екранів

Криві 1–5 (суцільна лінія) відповідають розглянутим варіантам ББ А–Д, переривчасті криві 6–10 відповідають тим же варіантам, але застосовуються захисні екрани, які призводять до зменшення площі ураження у 10 разів.

З аналізу кривих видно, що застосування захисних екранів для випадку застосування ББ призводить до зниження ймовірності ураження РЛС, але не суттєво. Це обумовлено тим, що підрив БЧ ББ відбувається на висоті 10–20 метрів, таким чином, щоб переважна кількість осколків уражала кабінку РЛС зверху.

Схожий варіант ураження цілі мали кулькові бомби, що широко застосовувалися під час В'єтнамської війни ВПС США. Для захисту техніки від таких бомб також широко використовувалися захисні екрани, але на їх верхню частину спиралися бамбукові мати (пучки бамбука товщиною до 40 см), які захищали дах кабіни (рис. 7,а). У деяких випадках для цього застосовувалися і інші підручні матеріали (дерев'яна тара, старі автомобільні покривки, мішки з піском тощо). Набутий досвід знайшов своє відображення у військових стандартах США. Так, наприклад стандарт FM 5-103 [15]. Глибоке укриття з верхнім перекриттям (covered deer-cut position) цього стандарту зображене на рис. 7,б). Основою споруди є арочний каркас з алюмінієвих дводюймових труб. Арки з'єднуються між собою за допомогою поперечних і поздовжніх стрингерів з використанням затискних муфт.

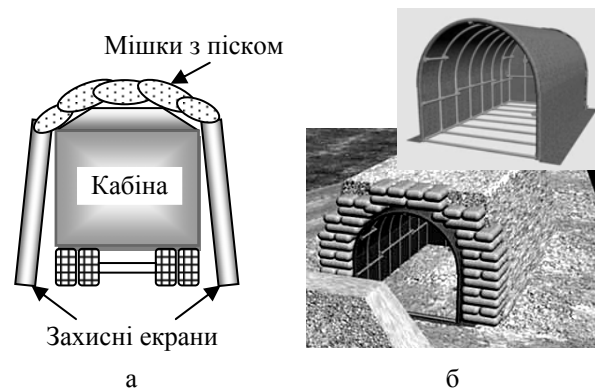


Рис. 7. Приклад використання додаткових захисних екранів (а) та захисного укриття (б) стандарту FM 5-103

Каркас збирається на місці розміщення споруди. На каркас натягаються тенти з високоміцної нейлонової тканини Т-16 або Т-17 з неопреновим шаром (ця ж тканина використовується в якості покриття злітно-посадкових смуг польових аеродромів). Одна з торцевих стінок також затягується тентом із цієї тканини. Над зібраною спорудою насипається захисна ґрунтова товща так, щоб з усіх боків вона становила не менше 45 см. Для захисту в'їзного напрямку споруди від осипання ґрунту використовується обкладання мішками з ґрунтом.

Відомостей про трудомісткість зведення даної споруди в FM 5-103 не наводиться, укриття захищає від ударної хвилі і осколків від розривів мінометних мін калібру 120 мм і артилерійських снарядів калібру 122 мм на віддаленні не ближче 3 метрів та від обстрілу зі стрілецької зброї калібром до 7.62 мм.

Звичайно такі укриття, хоч і такі, що швидко зводяться, але відносяться до категорії завчасних. Однак вони, як правило, зводяться значно пізніше, після розміщення техніки (за наявністю часу і можливості). Через достатньо великий обсяг робіт щодо зведення вони вимагають залучення значного обсягу ручної праці, великої витрати ресурсів інженерної землерийної техніки. Укриття вказаного типу доцільно зводити у місцях постійної дислокації або базових таборках.

Оцінимо ефективність їх використання. Будемо вважати, що кабінка повністю укрита захисною спорудою, дюралевий еквівалент якої складає 50 мм.

Криві 1–5 (суцільна лінія) відповідають розглянутим варіантам ББ А–Д, переривчасті криві 6–10 відповідають тим же варіантам, але застосовуються захисні споруди.

З аналізу кривих видно, що застосування захисних споруд, які закривають дах кабіни, призводить до значного зниження ймовірності ураження РЛС, яке тим більше, чим більше СКВ точки підриву ББ.

Це обумовлено розсіюванням осколків у просторі та гальмуванням їх повітрям. Але для БЧ великої потужності (варіанти А, Б, В, масою 32, 23, 15 кг, відповідно), навіть за умови не використання

режиму самонаведення, ймовірність ураження РЛС залишається достатньо високою 0.9–0.98. Це не дивно, бо маса БЧ обирається розробником саме з урахуванням ймовірних промахів системи наведення та можливих варіантів захисту РЛС.

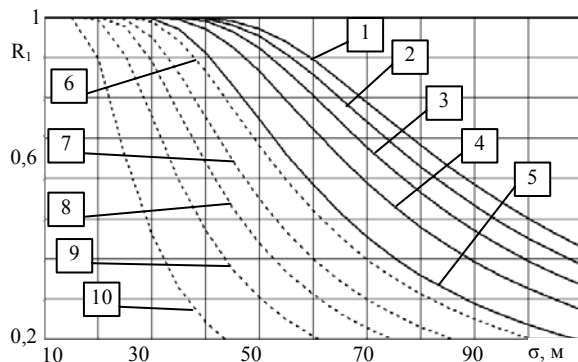


Рис. 8. Ймовірність ураження цілі для різних типів БЧ при застосуванні захисних споруд

БЧ малою маси, за умов застосування захисних споруд розглянутого типу, забезпечують прийнятну вірогідність ураження на рівні 0.35–0.65. Але тактика та засоби їх використання не потребують додаткового спорядження та передислокації їх носіїв у район застосування. Цим забезпечується висока швидкість реакції, як наслідок противник не встигає створити захисні укриття розглянутого типу.

Висновки

1. Ефективність застосування сучасних та перспективних типів БЧ достатньо висока. Це обумовлено наступними факторами.

Досягнуті на сьогоднішній момент точності наведення та види боєзарядів дозволяють істотно знизити вагу бойової частини (без зниження ефективності застосування), а, отже, масу і габарити БЧ в цілому. Це дозволить розміщувати на носії більшу кількість БЧ та значно розширити клас засобів, що можуть використовуватися у їх якості.

Порівняльно низька вартість застосування БЧ, невеликі масо-габаритні характеристики, широкий спектр їх носіїв та способів використання обумовлюють високу ймовірність їх застосування против-

ником. Слід очікувати як одиночні пуски, так і серії по 3–6 пусків.

2. Отримані результати свідчать, що відсутність спеціальних заходів захисту РЛС від сучасних БЧ з функцією ПРР оснащених комбінованою системою наведення та бойовою частиною з готовими осколковими елементами приводить практично до гарантованої поразки РЛС (ймовірність поразки 0.97–0.99).

Використання захисних екранів, які закривають тільки борта кабін, неефективне, ймовірність поразки практично не знижується. Вона становить 0.87–0.99 за умов наведення з використанням інерціальної системи, за умов самонаведення близька до одиниці.

Використання захисних споруд, які закривають дах кабіни, дозволяє знизити ймовірність поразки до 0.35–0.65.

3. Отримані результати дозволяють сформулювати наступні практичні рекомендації.

3 метою уникнення знищення РЛС баражуючими боєприпасами, в першу чергу таких, у яких частка апаратури розміщується на антенній системі (типу 79К6), їх слід розміщувати на відстані 50–120 км від лінії зіткнення. При розташуванні підрозділу на місцевості з метою запобігання ураження декількох РЛС одним БЧ необхідно забезпечити відстань між РЛС та їх елементами біля 100–200 м.

При розміщенні на відстані до 50 км від лінії зіткнення необхідно як найшвидше обладнати захисні споруди (екрани), елементи яких доцільно виготовити завчасно (деревинні щити тощо). Слід урахувати, що підрив БЧ відбувається зверху, тому доцільно передбачити захист крім даху кабін ще й кабельного господарства, наприклад, укриття мішками з ґрунтом або деревинними щитами з стволів діаметром 10–15 см, які також доцільно виготовити заздалегідь.

При достатньому часі та наявності можливостей доцільно розміщувати кабіни у захисних спорудах та в укриттях заглибленого типу (капонірах). Проведення таких заходів дозволить практично повністю усунути вражаючу дію БЧ.

Список літератури

1. Lavrov A. Russian UAVs in Syria [Електронний ресурс] / A. Lavrov // Moscow Defense Brief. – 2017. – №2(58). – Режим доступу до журналу: <http://mdb.cast.ru/mdb/2-2017/item3/article4/>.
2. Яцук К.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в локальных конфликтах и войнах. [Електронний ресурс] / К.В. Яцук, М.С. Стафеев, С.В. Казаринов // Молодой ученый. – 2016. – №25. – С. 107-111. – Режим доступу до журналу: <https://moluch.ru/archive/129/35666/>.
3. Чекунов Е. Применение БЛА ВС США в военных конфликтах / Е. Чекунов // Зарубежное военное обозрение. – 2010. – №7. – С. 41-50.
4. Журавльов О.О. Метод оцінки допустимої тривалості циклу функціонування системи розвідки в розвідувально-ударному комплексі при нанесенні удару по рухомим об'єктам / О.О. Журавльов, М.Г. Іванець // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – № 2(42). – С. 13-15.
5. Журавльов О.О. Методика оцінки требуемой точности прицеливания средства дальнего поражения при условии двухэтапного последовательного наведения на цель / О.О. Журавльов, С.В. Орлов // Системи озброєння і військова техніка. – 2014. – № 1(13). – С. 38-41.

6. Алімпієв А.М. Особливості гібридної війни РФ проти України. Досвід, що отриманий Повітряними Силами Збройних Сил України / А.М. Алімпієв, Г.В. Певцов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2. – С. 19-25.
7. Кучеренко Ю.Ф. Деякі особливості сучасних локальних війн / Ю.Ф. Кучеренко, О.М. Гузько // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2008. – Вип. 2(17). – С. 20-23.
8. Michael R. Stolley. Unmanned Vanguard: Leveraging The Operational Effectiveness of The Israeli Unmanned Aircraft System Program / Michael R. Stolley. – Maxwell Air Force Base, Alabama, 2012. – 26 p.
9. Гризо А.А. Методика розрахунку імовірності ураження наземної оглядової РЛС протирадіолокаційною ракетою / А.А. Гризо, І.М. Невмержицький, В.В. Ковкін, П.В. Пантус // Системи озброєння і військова техніка. – 2009. – №3(19). – С. 14 -17.
10. Гризо А.А. Сучасний стан розробки та тенденції розвитку американських та європейських протирадіолокаційних ракет / А.А. Гризо // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 4(37). – С. 241-245.
11. HARPY [Електронний ресурс]. Israeli Weapons. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/harpy/HARPY.html>.
12. HAROP [Електронний ресурс]. IAE. Israel Aerospace Industries – Режим доступу до ресурсу: http://www.iaei.co.il/2013/36694-46079-en/Business_Areas_Land.aspx.
13. TARES Unmanned Combat Vehicle [Електронний ресурс]. Army Technology. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.army-technology.com/projects/taifun/>.
14. Robin Hughes. UVision unveils new Hero-400EC loitering munition. [Електронний ресурс] / Robin Hughes // JANE'S 360. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.janes.com/article/70487/uvision-unveils-new-hero-400ec-loitering-munition>.
15. FM 5-103 Survivability. Field Manuals. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://cdm16635.contentdm.oclc.org/cdm/ref/collection/p16635coll8/id/55451>.

References

1. Lavrov, A. (2017), Russian UAVs in Syria, *Moscow Defense Brief*, No. 2(58), www.mdb.cast.ru/mdb/2-2017/item3/article4/.
2. Jacuk, K.V., Stafeev, M.S. and Kazarinov, S.V. (2016), “Primenenie bespilotnyh letatel'nyh apparatov v lokal'nyh konfliktah i vojnah” [The use of unmanned aerial vehicles in local conflicts and wars], *Young Scientist*, No. 25, pp. 107-111, www.moluch.ru/archive/129/35666/.
3. Chekunov, E. (2010), “Primenenie BLA VS SShA v voennyh konfliktah” [Application of UAVs to US Armed Forces in Military Conflicts], *Foreign military review*, No. 7, pp. 41-50.
4. Zhuravlov, O.O. and Ivanec, M.G. (2015), “Metod ocinki dopustimoї trivalosti ciklu funkcionuvannja sistemi rozvidki v rozvidoval'no-udarnomu kompleksi pri nanesenni udaru po ruhomim ob'ektam” [Method of estimation of permissible duration of the cycle of functioning of the intelligence system in the reconnaissance-shock complex in the case of impact on moving objects], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 2(42), pp. 13-15.
5. Zhuravlov, O.O. and Orlov, S.V. (2014), “Metodika ocenki trebuemoj tochnosti pricelivannja sredstva dal'nego porazhenija pri uslovij dvuhjetapnogo posledovatel'nogo navedenija na cel” [Method of estimation of the admissible duration of the cycle of operation of the intelligence system in the reconnaissance and shock complex during the impact on moving objects], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1(13), pp. 38-41.
6. Alimpiev, A.M. and Pevtsov, G.V. (2017), “Osoblyvosti hibrydnoi viiny RF proty Ukrainy. Dosvid, shcho otrymanyi Povitrianyimi Sylamy Zbroinykh Syl Ukrainy” [The features of the hybrid war of the Russian Federation against Ukraine. Experience received by the Armed Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2, pp. 19-25.
7. Kucherenko, J.F. and Guzko, O.M. (2008), “Dejaki osoblivosti suchasnih lokalnih vijn” [Some features of modern local wars], *Scientific Works of Kharkiv Air Force University*, No. 2(17), pp. 20-23.
8. Michael R. Stolley (2012), *Unmanned Vanguard: Leveraging The Operational Effectiveness of The Israeli Unmanned Aircraft System Program*, Maxwell Air Force Base, Alabama, 26 p.
9. Hrizo, A.A., Nevmerzchickij, I.M., Kovkin, V.V. and Pantus, P.V. (2009), “Metodika rozrahunku imovirnosti urazhennja nazemnoi ogljadovoi RLS protiradiolokacijnoju raketoju” [Method of calculating the probability of damage to the ground-based observation radar by an anti-radar missile], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 3(19), pp. 14-17.
10. Hrizo, A.A. (2013), “Suchasnij stan rozrobki ta tendencij rozvitku amerikans'kih ta evropijs'kih protiradiolokacijnih raket” [Current state of development and trends of development of American and European anti-radar missiles], *Scientific Works of Kharkiv Air Force University*, No. 4(37), pp. 241-245.
11. HARPY, *Israeli Weapons*, www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/harpy/HARPY.html.
12. HAROP, IAE, *Israel Aerospace Industries*, www.iaei.co.il/2013/36694-46079-en/Business_Areas_Land.aspx.
13. TARES, Unmanned Combat Vehicle, *Army Technology*, www.army-technology.com/projects/taifun/.
14. Robin Hughes (2017), UVision unveils new Hero-400EC loitering munition, *JANE'S 360*, www.janes.com/article/70487/uvision-unveils-new-hero-400ec-loitering-munition.
15. FM 5-103 *Survivability. Field Manuals*, [www.cdm16635.contentdm.oclc.org/cdm/ref/collection/p16635coll8/id/55451](http://cdm16635.contentdm.oclc.org/cdm/ref/collection/p16635coll8/id/55451).

Надійшла до редколегії 4.12.2017

Схвалена до друку 1.02.2018

Відомості про авторів:**Гризо Андрій Аркадійович**

кандидат технічних наук доцент
доцент кафедри Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2483-5953>
e-mail: 166gaa@gmail.com

Невмержицький Ігор Михайлович

кандидат технічних наук доцент
доцент кафедри Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5499-6785>
e-mail: 1967nim@gmail.com

Григор'єв Віталій Борисович

курсант Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9540-4264>
e-mail: vitalijgrigorjew2@gmail.com

Зіняк Роман Вікторович

курсант Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3812-2735>
e-mail: romankorff@gmail.com

Information about the authors:**Andrej Hryzo**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Senior Lecturer of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2483-5953>
e-mail: 166gaa@gmail.com.

Igor Nevmerzhitsky

Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Senior Lecturer of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5499-6785>
e-mail: 1967nim@gmail.com

Vitalii Grigoryev

cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9540-4264>
e-mail: vitalijgrigorjew2@gmail.com

Roman Zinyak

cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3812-2735>
e-mail: romankorff@gmail.com

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ НАЗЕМНОЙ ОБЗОРНОЙ РЛС БАРРАЖИРУЮЩИМИ БОЕПРИПАСАМИ С РЕЖИМОМ САМОНАВЕДЕНИЯ НА ИЗЛУЧЕНИЕ

А.А. Грызо, И.М. Невмержицкий, В.Б. Григорьев, Р.В. Зиняк

Статья посвящена проблеме защиты обзорных РЛС от барражирующих боеприпасов, которые имеют возможность выполнять функцию противорадиолокационных ракет. Проведен анализ современных и перспективных образцов таких боеприпасов. Рассмотрены современные взгляды на их применение, показано, что барражирующие боеприпасы как средство уничтожения систем ПВО, а именно излучающих целей, позиционируются как недорогая, малозаметная и высокоточная альтернатива противорадиолокационным ракетам, которая отличается существенно меньшим временем реакции в цепи «обнаружение - уничтожение». Для расчетов использовались методы математической статистики, результаты оценивались методом сравнительного анализа. Получены зависимости вероятности поражения одиночной РЛС одним барражирующим боеприпасом от точности системы наведения, массы, типа боевой части и средств, которые используются для защиты РЛС от огневого воздействия. Рассмотрены пять типов барражирующих боеприпасов весом боевой части 32, 23, 15, 8 и 3 кг. Показано, что при достигнутых в настоящее время возможностях систем наведения, без применения дополнительных средств защиты от огневого воздействия барражирующих боеприпасов вероятность уничтожения радиоизлучающих средств близка к единице. Применение противоосколочных экранов, которые закрывают только борта кабин, неэффективно, потому что основное количество осколков воздействует на крышу кабины. Приведены практические рекомендации по защите средств радиолокации от огневого воздействия барражирующих боеприпасов с функцией противорадиолокационных ракет.

Ключевые слова: противорадиолокационные ракеты, защита РЛС, барражирующие боеприпасы.

ESTIMATION OF GROUND BASED RADAR DESTRUCTION PROBABILITY BY LOITERING MUNITION WITH THE RADIO HOMING MODE

A. Hryzo, I. Nevmerzhitsky, V. Grigoryev, R. Zinyak

The article is devoted to the problem of protection of surveillance radars from loitering munition, with the ability to perform the function of anti-radar missiles. The analysis of modern and perspective models of such loitering munitions was carried out. Modern views on their application are considered, it is shown that the loitering ammunition as a means of distraction of air defense systems, namely radiating targets, is positioned as an inexpensive, low-visible and high-precision alternative to anti-radar missiles, which has a much shorter reaction time in the "detection-destruction" chain. There were used the mathematical statistics calculation methods, the results were estimated by the method of comparative analysis. The dependencies of single radar destruction probability with single loitering munition from the guidance system accuracy, the mass, the type of combat unit and means used to protect the radar from firing were obtained. Five types of loitering ammunition weighing 32, 23, 15, 8 and 3 kg were considered. It is shown that with current capabilities of guidance systems, without the use of additional means of protection against the fire effect of loitering munition, the probability of destroying radio-emitting targets is close to 1. The use of anti-fragmentation screens that cover only the sides of the cabins is inefficient because the majority of the fragments act on the roof of the cabin. Practical recommendations of radar equipment protection from the fire effect of loitering munitions with the function of anti-radar missiles are given.

Keywords: anti-radar missiles, radar protection, loitering munitions.