

УДК 623.44



О. І. Біленко



Д. В. Павлов

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ НАВЕДЕННЯ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ПРИ СТРІЛЬБІ ПО МАЛИМ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ

На основі проведеного аналізу зроблено висновок, що стрілецька зброя на даний час є найбільш доцільним засобом ураження малих БПЛА на полі бою. Запропоновано підхід до визначення точки прицілювання при стрільбі по маловисотним повітряним цілям із стрілецької зброї з використанням штатних прицільних пристосувань. Надано рекомендації щодо удосконалення прицільних пристосувань стрілецької зброї для стрільби по маловисотним повітряним цілям.

К л ю ч о в і с л о в а : безпілотні літальні апарати, стрілецька зброя, кут місця цілі, наведення зброї, прицільні пристосування.

Постановка проблеми. Широкомасштабне вторгнення країни-агресора в Україну у 2022 році дало значний поштовх до інтенсифікації використання малих БПЛА в усіх сферах діяльності військ. Застосування технології малих ударних БПЛА на полі бою одночасно з наданням значних переваг Силам оборони України створює і значні загрози для них, що потребує пошуку рішень стосовно захисту та протидії сучасним та перспективним технологіям використання малих БПЛА на полі бою.

Наразі основними засобами протидії БПЛА є засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ) та засоби, що дозволяють їх уражати. Засоби РЕБ поступово втрачають свою дієвість з розвиненням засобів та способів їх обходу [1]. Також вони повністю втрачають свою дієвість у разі функціонування БПЛА у автономному режимі [2] або при керуванні БПЛА за оптоволоконним каналом [3]. Таким чином, засоби РЕБ не гарантують захисту від малих БПЛА, що створює потребу у можливостях їх безпосереднього фізичного ураження на безпечній відстані.

Сучасні засоби ураження БПЛА поділяють на засоби кінетичної дії, переважно це системи, які складаються з автоматичних гармат калібрів від 20 мм до 40 мм, та засоби, дія яких заснована на високоенергетичному випромінюванні (лазерні та мікрохвильові) [4]. Такі системи мають достатньо високу ймовірність ураження малих БПЛА на відстанях від сотень метрів до 1-2 км, але їх недоліками є великі масогабаритні характеристики (зазвичай їх розміщують на базі високотонажних вантажних автомобілів або на стаціонарних платформах) та висока вартість. Разом з тим малі БПЛА можуть діяти на надмалих висотах, що на сильно пересіченій місцевості чи у щільній забудові унеможливує створення суцільної зони їх ураження подібними системами за умови комплектування ними штатних підрозділів ППО військових частин, а забезпечення ними низових тактичних ланок діючих військ неможливе через зазначені вище особливості таких систем зброї.

Отже, виходячи з особливостей використання малих БПЛА на полі бою, захист від них потребує засобів ураження, що здатні їх знищувати на відстанях у десятки метрів, та які мають невеликі масогабаритні характеристики і відносно невелику вартість для можливості насичення ними первинних тактичних ланок військ. Як такі засоби можна використовувати стрілецьку зброю.

На сьогодні стрілецька зброя (великокаліберні кулемети) успішно використовується для боротьби з російськими БПЛА типу «Герань». Масо-габаритні характеристики та параметри польоту таких БПЛА схожі з малорозмірними моторними літаками. Зенітні кулемети використовувались для ураження подібних цілей ще з часів Першої та Другої світових війн, отже, їх застосування добре відпрацьоване. Для цього використовуються спеціальні зенітні установки та приціли, а також перевірені десятиріччями прийоми та правила стрільби. Великокаліберні кулемети для ураження малих БПЛА також можна використовувати на відстанях сотень метрів, тобто у випадках, коли вони діють на достатніх великих висотах в умовах відкритої місцевості.

У реальних бойових умовах характер польоту малих БПЛА, їх невеликі розміри, пересічена місцевість чи щільна забудова перешкоджають їх завчасному виявленню та ураженню на значних відстанях. Використання великокаліберних зенітних кулеметів проти малих БПЛА на близьких відстанях є недоцільним через надлишкову для таких цілей енергію кулі та відповідну небезпеку [5], а вирішення завдання забезпечення безпеки такої зброї для своїх сил та сторонніх осіб пов'язане з певними труднощами [6, 7, 8].

Таким чином, в умовах, коли малі БПЛА можуть бути виявлені та обстріляні тільки на близьких відстанях, доцільним є використання малогабаритної стрілецької зброї малих та середніх калібрів, якою може бути особиста зброя військовослужбовців. При цьому енергії куль калібрів 5-9 мм буде цілком достатньо для завдання критичних пошкоджень будь-якому з використовуваних на сьогодні малих БПЛА.

Проблемним є питання наведення зброї, що зумовлене необхідністю ведення вогню по високоманевреним цілям та цілям із великими кутами місця цілі. На даний час існує тенденція до створення автоматизованих засобів, що дозволяють полегшити стрільцю наведення зброї на ціль [9] або взагалі здатні самостійно відстежувати цілі та наводити зброю [10]. Але забезпечення такими засобами військ потребує значних матеріальних ресурсів та часу. Тому на даному етапі потрібно максимально реалізувати потенціал наявної стрілецької зброї для боротьби з малими БПЛА.

Правила стрільби та прицільні пристосування основних зразків індивідуальної стрілецької зброї не передбачають ведення прицільного вогню по цілям із кутом місця цілі більше 30°. Отже, їх необхідно адаптувати для стрільби на малих дистанціях по малих маневрених цілях, що можуть мати великі кути місця цілі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У наукових працях і розробках, опублікованих за останні два роки, тобто з часу появи та стрімкого використання малих ударних БПЛА на полі бою, питанням боротьби з ними приділяється значна увага [11 – 24]. Разом з тим зауважимо, що переважна більшість таких праць розглядає зенітні ракетні та ракетно-гарматні комплекси, системи радіоелектронної боротьби або великокаліберні зенітні кулемети як основні засоби боротьби з БПЛА противника на полі бою. В останніх публікаціях нормативно-методичного характеру з питань використання стрілецької зброї для протидії БПЛА [25, 26] в основному транслюються відомі підходи до використання великокаліберних кулеметів та зенітної артилерії для ураження авіаційних засобів противника. Питання підвищення ефективності використання стрілецької зброї для боротьби з малими БПЛА практично залишається поза увагою наукової спільноти. Лише окремі ентузіасти, які стикаються з реальними проблемами та потребами військових на передовій, у ініціативному порядку здійснюють активний пошук доступних засобів та способів боротьби з малими БПЛА противника, зокрема з використанням зразків стрілецької зброї. Подані у працях [27, 28] результати експериментальних стрільб вказують на можливість ураження малих БПЛА стрілецькою зброєю на відстанях, що характерні їх бойовому застосуванню в умовах поточних бойових дій.

Мета статті – визначити проблемні питання наведення стрілецької зброї при стрільбі по цілям типу малих БПЛА та з'ясувати можливі шляхи їх вирішення.

Виклад основного матеріалу. Точка на цілі чи поза нею, в яку наводиться зброя, називається точкою прицілювання (наведення). В ідеальному випадку, коли відомі параметри траєкторії кулі (кривої лінії, що описує центр мас кулі в польоті) та відстань до цілі, а ціль є нерухомою, визначення точки прицілювання (наведення) для певних установок прицілу є відносно простим завданням. При цьому не викликає труднощів вирішення часткового завдання забезпечення збіжності точок прицілювання та середньої точки влучень.

Але в умовах, коли відстань до цілі є змінною або невідомою, завдання визначення установок прицілу та відповідного положення точки прицілювання не є тривіальним. Ситуація ускладнюється, коли ціль рухається у напрямку, перпендикулярному напрямку стрільби. У такому випадку необхідно визначити та забезпечити таку точку прицілювання (наведення), яка відповідатиме перетинанню траєкторії польоту кулі (середньої траєкторії польоту куль) з контрольною точкою цілі. Дане питання має два аспекти:

- забезпечення правильного положення точки прицілювання по висоті;
- забезпечення правильного положення точки прицілювання по горизонту.

Положення точки прицілювання по висоті залежить від дальності до цілі та форми траєкторії польоту кулі, а також від кута прицілювання, тобто кута, утвореного лінією піднесення і лінією прицілювання.

Положення точки прицілювання по горизонту залежить від дальності до цілі, а також швидкостей руху кулі та цілі. У таблиці 1 наведено розрахункові випередження при стрільбі з 7,62-мм ПКМ для різних відстаней до цілі X та швидкостей руху цілі V_C .

Таблиця 1 – Розрахункові випередження при стрільбі з 7,62-мм ПКМ для різних відстаней до цілі та швидкостей руху цілі

$X, \text{ м}$	$V_C, \text{ м/с}$									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
100	0,7	1,3	2,0	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5
200	1,4	2,7	4,1	5,4	6,8	8,1	9,5	10,8	12,2	13,5
300	2,2	4,3	6,5	8,6	10,8	12,9	15,1	17,2	19,4	21,5
400	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
500	4,0	7,9	11,9	15,8	19,8	23,7	27,7	31,6	35,6	39,5
600	5,1	10,1	15,2	20,2	25,3	30,3	35,4	40,4	45,5	50,5
700	6,3	12,6	18,9	25,2	31,5	37,8	44,1	50,4	56,7	63,0
800	7,7	15,3	23,0	30,6	38,3	45,9	53,6	61,2	68,9	76,5
900	9,2	18,3	27,5	36,6	45,8	54,9	64,1	73,2	82,4	91,5
1000	10,8	21,5	32,3	43,0	53,8	64,5	75,3	86,0	96,8	107,5

Відповідна залежність для 7,62-мм ПКМ подана на рисунку 1.

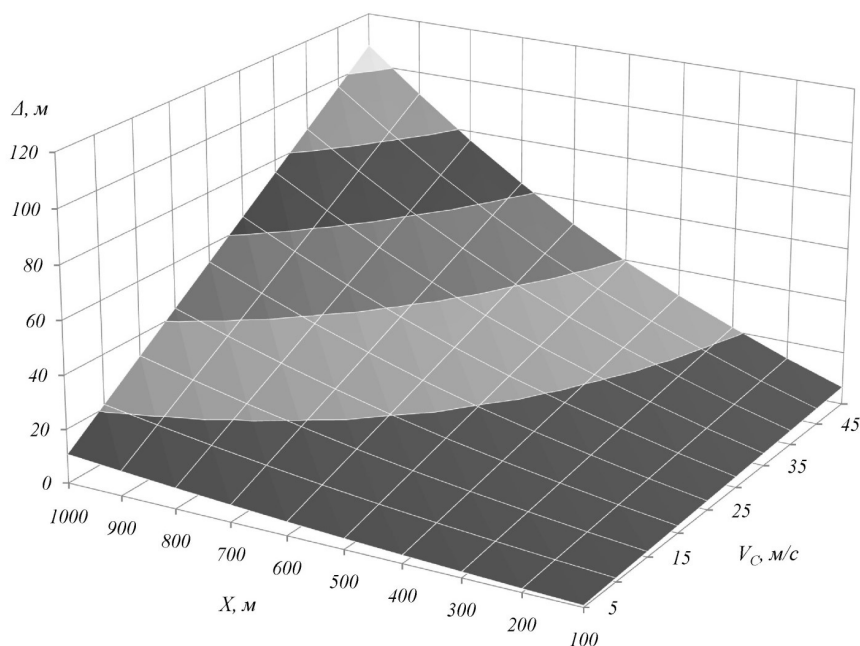


Рисунок 1 – Залежність величини випередження від відстані до цілі та швидкості її руху при стрільбі з 7,62-мм ПКМ

З таблиці та рисунку видно, що навіть при низьких швидкостях БПЛА типу «коптер», що дорівнюють 5 м/с (швидкість руху пішохода), необхідне випередження перевищує габарити найбільш розповсюджених мікро-БПЛА та міні-БПЛА. Для швидкостей руху від 10 м/с до 20 м/с, які властиві для більшості БПЛА, що обладнуються пристроями для скидання боєприпасів, вже на відстанях від 100 м необхідно робити винесення точки прицілювання на величину від 1,3 м, тобто на 2-3 фігури і більше. Це є практично максимальним винесенням точки прицілювання, яке можна забезпечити за допомогою звичайного механічного прицілу стрілецької зброї. Якщо відстань збільшується до 300 м, випередження складатиме від 4,3 м до 8,6 м, що складно забезпечити навіть за допомогою спеціалізованих зенітних прицілів. У випадку стрільби по БПЛА типу «літак», які пересуваються зі швидкостями від 25 м/с до 45 м/с і вище, єдиним можливим способом ведення вогню є загорджувальний вогонь у складі підрозділу.

При стрільбі по повітряним цілям їх рух може бути не тільки в умовно горизонтальній площині, а у будь-якому іншому напрямку, що ускладнює визначення точки прицілювання. За наявності складової руху вгору або вниз виникає необхідність одночасного визначення поправок по висоті, що зазвичай корегуються установками прицілу по дальності та по бічному напрямку, які забезпечуються механізмами бічних поправок прицілу (за наявності) або винесенням точки прицілювання. У випадку руху цілі під кутом до горизонту завдання стає ще складнішим. В умовах обмеженого часу, які характерні для стрільби по повітряним цілям, таке завдання для оператора стрілецької зброї є практично нездійсненним [29, 30].

Саме тому виконується декомпозиція зазначеного вище завдання на два більш простих: визначення положення точки прицілювання залежно від дальності до цілі та визначення винесення точки прицілювання (іноді поза межі цілі) залежно від швидкості бічного руху останньої.

Слід зазначити, що для складного руху цілі, коли вона одночасно зсувається перпендикулярно напрямку стрільби і по відстані, змінювання точки прицілювання необхідно здійснювати одночасно у напрямку руху цілі та по вертикалі.

Урахування змінювання відстані до цілі при визначенні положення точки прицілювання по висоті є достатньо складним завданням. Траєкторія польоту кулі має дві гілки (висхідну та низхідну), і цілі по відстані може знаходитись у межах як першої гілки, так і другої. Внаслідок цього наближення (віддалення) цілі може призводити до необхідності корегування точки прицілювання як зсувом вгору, так і зсувом вниз. Існують часткові випадки, коли перетинання ціллю вершини траєкторії за відстанню не потребує корегування точки прицілювання між окремими обстрілами цілі.

Зауважимо, що при стрільбі по об'єктах з великими кутами міста цілі є існуючі механічні та оптичні приціли не забезпечують достатньо малих кутів прицілювання α , які при цьому мають місце. Це пояснюється поступовим зниженням значення кута прицілювання α , який при $\varepsilon = 90^\circ$ дорівнює нулю [31].

На рисунках 2 та 3 наведено розрахункові траєкторії польоту кулі 7,62-мм кулемета ПКМ та автоматів 5,45-мм АК-74 і 7,62-мм АКМ для різних кутів місця цілі.

На рисунку 2 пунктирними лініями позначено лінії прицілювання для $\varepsilon = 30^\circ$ та $\varepsilon = 65^\circ$. Видно, що максимальна відстань між лінією прицілювання та траєкторією для $\varepsilon = 65^\circ$ є меншою, ніж для $\varepsilon = 30^\circ$, що ілюструє попередню тезу.

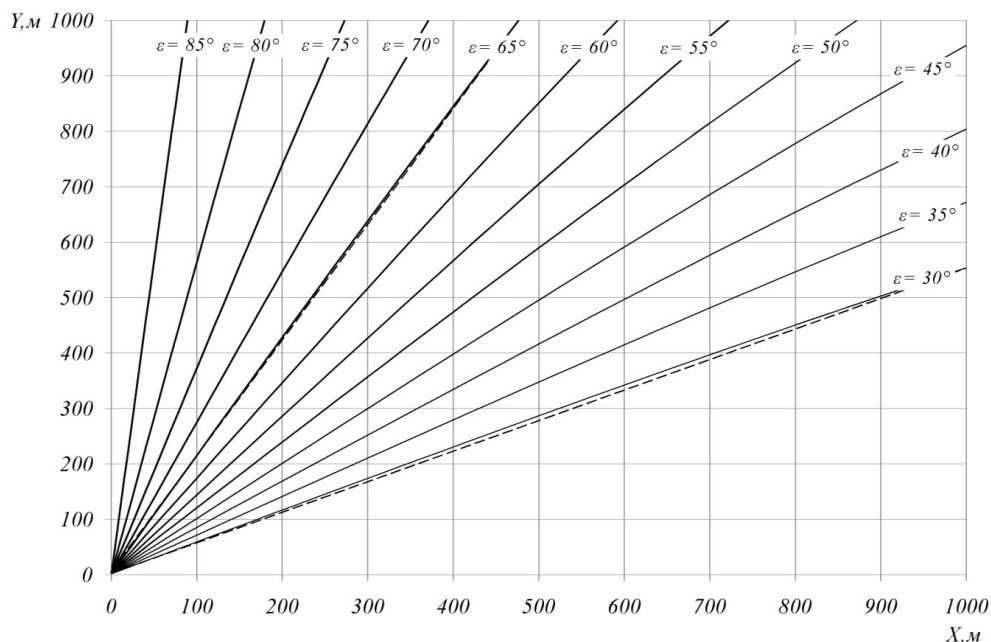


Рисунок 2 – Розрахункові траєкторії польоту кулі 7,62-мм кулемета ПКМ для різних кутів місця цілі

Для обчислення відстані між лінією прицілювання та траєкторією ΔY_x не можна використовувати математичний вираз, який застосовується при стрільбі по цілям, що мають незначні кути місця цілі

$$\Delta Y_X = Y_{Xmp} - Y_{X\varepsilon}, \quad (1)$$

де Y_{Xmp} – координата точки траєкторії польоту кулі по висоті на похилій відстані X ;
 $Y_{X\varepsilon}$ – координата точки лінії прицілювання на відповідній відстані на похилій відстані X .

Через суттєві значення кута місця цілі відстань по координаті у не є інформативною та корисною. Важливішою є найменша відстань між лінією прицілювання та траєкторією польоту кулі ΔY_{Xmin} , яка в даному випадку буде аналогом висоти траєкторії при стрільбі по наземним цілям.

Цю відстань можна обчислити за формулою

$$\Delta Y_{Xmin} = \Delta Y_X \cos \varepsilon. \quad (2)$$

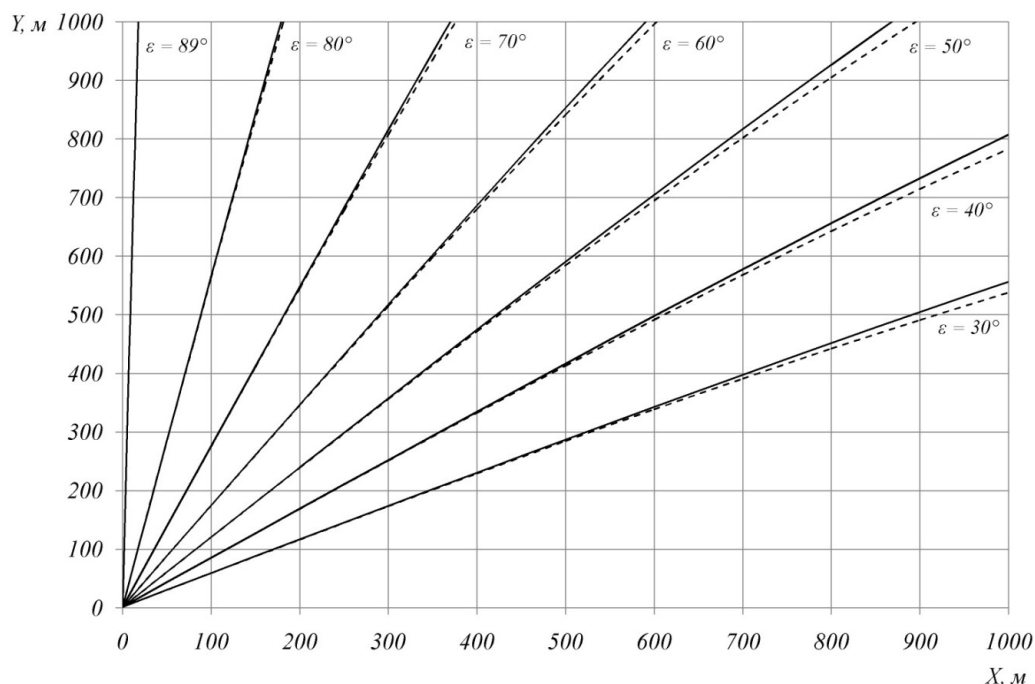


Рисунок 3 – Розрахункові траєкторії польоту кулі автоматів 5,45-мм АК-74 та 7,6-мм АКМ для різних кутів місця цілі

Наприклад, для 7,62-мм кулемета ПКМ при стрільбі на відстань $X = 1000$ м для $\varepsilon = 30^\circ$ $\Delta Y_X = 9,43$ м, а $\Delta Y_{Xmin} = 8,25$ м. Для значно більшого кута місця цілі $\varepsilon = 80^\circ$ $\Delta Y_X = 6,45$ м, а $\Delta Y_{Xmin} = 1,14$ м. Різниця $\Delta Y_X - \Delta Y_{Xmin}$ для першого випадку складає 13 %, а для другого – 82 %.

З прикладу можна сформулювати два висновки:

По-перше, для великих значень кута місця цілі різниця $\Delta Y_X - \Delta Y_{Xmin}$ суттєво зростає, що підтверджує неможливість визначення відстані між лінією прицілювання та траєкторією класичним методом.

По-друге, підтверджується теза про скорочення відстані між лінією прицілювання та траєкторією зі збільшенням значення ε .

Другий висновок має два прикладних наслідки.

1. При стрільбі по цілям, які мають великі значення ε , відстань прямого пострілу є значно більшою, ніж при стрільбі по наземним цілям, що позитивно з погляду на ефективність стрільби. Дійсно, менш впливовими стають помилки визначення відстані до цілі, а також підвищується оперативність стрільби через уникнення необхідності вносити зміни в установки прицілу по відстані у межах прямого пострілу.

2. Зі збільшенням ε все менш придатними стають приціли, спроектовані для стрільби по наземним цілям: поступово збільшується помилка наведення на ціль через невідповідність шкали відстані прицілу умовам стрільби по зенітним цілям. У деякий момент мінімальний кут прицілювання (який зазвичай відповідає $X = 100$ м) стає занадто великим для відповідного кута місця цілі. Другий аспект є безумовно негативним та потребує врахування. Можливими шляхами розв'язання зазначених проблем є нанесення

додаткових позначок на шкалу відстаней прицілу та підвищення висоти мушки на певну величину, що забезпечить нульовий кут прицілювання, необхідний для ведення вогню при кутах $\varepsilon \rightarrow 90^\circ$.

Рисунок 3 ілюструє відмінності у формі траєкторій для різних, навіть подібних, зразків зброї. Так, на рисунку суцільними лініями позначені траєкторії 5,45-мм АК-74, а пунктирними – 7,62-мм АКМ для кута місця цілі 60° . Незважаючи на візуально малі відмінності, слід зазначити, що вже на відстані 100 м різниця у висоті дорівнює 0,18 м, що можна порівняти з розмірами малих БПЛА, а на відстанях 200 м та 300 м ця різниця складає 0,97 м та 2,9 м відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 – Розрахункова висота траєкторії польоту кулі для автоматів 5,45-мм АК-74 та 7,62-мм АКМ для кута місця цілі 60°

X, м	Y, м		ΔY , м
	АК-74	АКМ	
0	2	2	0
50	88,538	88,499	0,039
100	174,927	174,744	0,183
150	261,131	260,658	0,473
200	347,105	346,136	0,969
250	432,79	431,046	1,744
300	518,111	515,232	2,879
350	602,974	598,531	4,443
400	687,268	680,792	6,476
450	770,865	761,88	8,985
500	853,629	841,667	11,962
550	935,432	920,023	15,409
600	1016,157	996,821	19,336

Очевидно, що подібні помилки у наведенні є дуже значними, отже, необхідно розробляти (модернізувати) прицільні пристосування спеціально для кожного зразка зброї.

Розроблення прицілу для стрільби по маловисотним цілям є достатньо складним завданням внаслідок таких проблем.

Кут прицілювання залежить не тільки від дальності до цілі, а також від кута місця цілі. Через це конструкція прицілу повинна передбачати можливість введення двох параметрів на відміну від існуючих прицілів, які враховують лише один – дальність до цілі.

Визначення кута прицілювання утруднене можливим перетином швидкістю польоту кулі межі в один Мах що суттєво змінює параметри аеродинамічного опору повітря та ускладнює розрахунок параметрів траєкторії [32, 33].

Перша проблема може бути розв'язана двома способами.

Перший спосіб. Розроблення спеціальних таблиць з двома входами, а саме: за кутом місця цілі і відстані до цілі та за номером поділки прицілу на виході. Можливо виникне необхідність підвищити дискретність шкали відстаней прицілу.

Другий спосіб. Обладнання прицілу додатковим механізмом введення поправок по куту місця цілі. Такий механізм може бути реалізований введенням додаткового рухливого сектора до секторно-планкових прицілів, застосуванням ексцентрика, який при обертанні змінюватиме висоту планки відносно сектора тощо. Для оптичних та коліматорних прицілів проблема розв'язується введенням додаткового механізму пересування сітки у вертикальному напрямку з органом управління (наприклад, додатковим маховичком).

Сутність проблеми перетину швидкістю польоту кулі межі в один Мах ілюструє рисунок 4, на якому наведено залежність балістичного коефіцієнта C від швидкості руху кулі для 7,62-мм гвинтівкової кулі ЛПС.

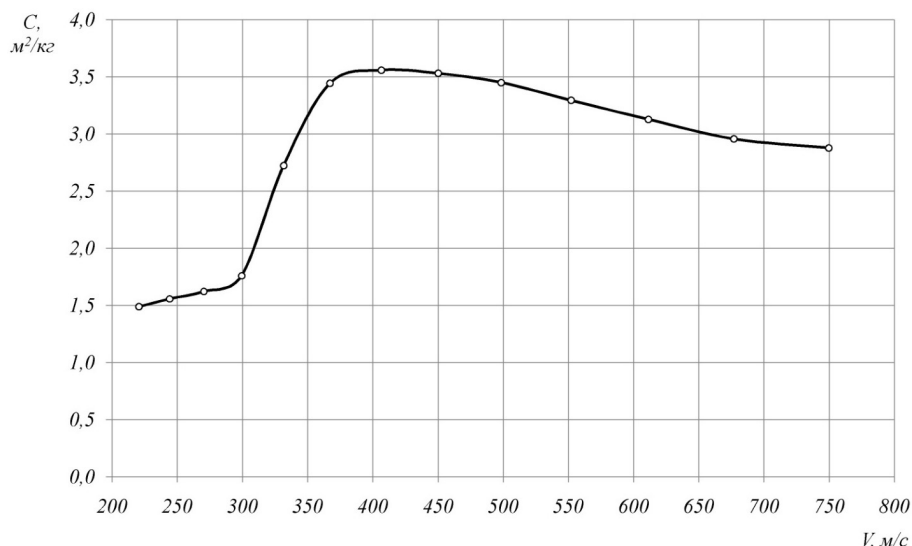


Рисунок 4 – Залежність балістичного коефіцієнта C від швидкості руху 7,62-мм гвинтівкової кулі ЛПС

Розрахунки здійснено на основі експериментальних даних за формулою

$$C = \frac{1}{k \cdot X} \ln \frac{V_d}{V_x}, \quad (3)$$

де C – балістичний коефіцієнт ПЕ, м²/кг;

V_d – дульна швидкість ПЕ, м/с;

V_x – швидкість ПЕ на відстані X від зброї, м/с;

$k = 3,29 \cdot 10^{-4}$ – коефіцієнт, що враховує дані закону Сіаччі та атмосфери СА-81.

З рисунку 4 видно, що після зниження швидкості кулі до значення менше одного Маха значення балістичного коефіцієнта різко зменшується (більше ніж у 2 рази), що пояснюється зникненням хвильового опору рухові кулі на дозвукових швидкостях.

Внаслідок змінюваності C динаміка спадання швидкості кулі на траєкторії є більш складною, ніж зазвичай приймають у розрахунках ($C = \text{const}$), що видно з рисунку 5.

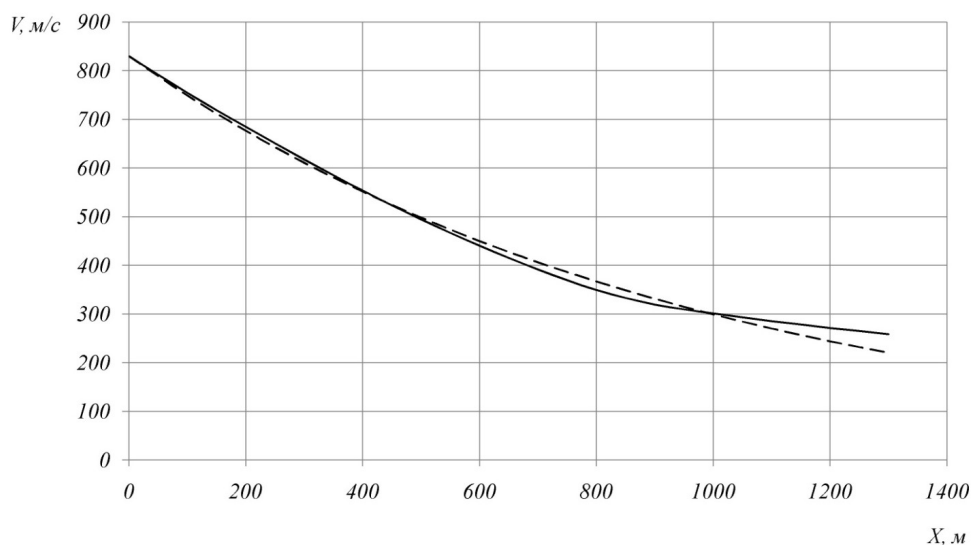


Рисунок 5 – Залежність швидкості польоту кулі від відстані для 7,62-мм гвинтівкової кулі ЛПС

На рисунку пунктирною лінією позначена крива, отримана за умови $C = \text{const}$, а суцільною – отримана на основі залежності $C(V)$ (рис. 4). Відмінності у динаміці спадання швидкості позначаються на формі траєкторії і куті прицілювання та на часі подолання відповідної ділянки шляху, що необхідно враховувати у обчисленні величини випередження точки прицілювання.

Варто зазначити, що при стрільбі на відносно невеликій відстані (до 500 м) швидкість кулі, відповідно і опір повітря, є достатньо стабільними, а відмінності траєкторій, що отримані у різні способи, є мінімальними (рис. 5).

Відносно високі швидкості руху БПЛА, особливо типу «літак», приводять до необхідності значних упереджень точки прицілювання, які можуть складати до 60 м або 20 фігур. Звичайні механічні приціли або оптичні приціли для стрільби по наземним цілям забезпечити такі випередження з прийнятною точністю не в змозі.

Висновки

1. З метою забезпечення кутів прицілювання, які відповідають відстані до цілі та куту місця цілі, необхідно вдосконалити існуючі механічні та оптичні приціли додаванням механізму введення поправок по куту місця цілі.

2. Прийнятним варіантом адаптації існуючих прицілів до стрільби по повітряним цілям за показниками «вартість» та «оперативність» може бути розроблення спеціальних таблиць з двома входами (за кутом місця цілі і відстанню до цілі) та номером поділки (позначки) прицілу на виході.

3. При стрільбі по об'єктах з великими кутами місця цілі існуючі механічні та оптичні приціли не забезпечують достатньо малих кутів прицілювання. Внаслідок цього доцільно розрахувати та використовувати від'ємні поправки по відстані або застосовувати модернізовані приціли. Варіантом вирішення цієї проблеми є використання насадок-подовжувачів для мушок, що забезпечать нульовий кут прицілювання, необхідний для веденні вогню на кутах $\varepsilon \rightarrow 90^\circ$.

4. По можливості відкривати вогонь по цілі у момент, коли вона змінює напрямок руху та має нульову або мінімальну бічну швидкість відносно напрямку стрільби.

5. Внаслідок складності врахування форми траєкторії польоту кулі, визначаючи точку прицілювання при стрільбі по повітряним цілям, необхідно вибирати такі відстані, для яких перевищення траєкторії не більше висоти цілі, тобто відстань до цілі не має перевищувати відстань прямого пострілу в даних умовах.

6. У боротьбі з цілями, що мають відносно високу швидкість та значні випередження, для прицілювання слід застосовувати спеціальні зенітні приціли – кільцеві дистанційні, ракурсні тощо. Це стосується здебільшого кулеметів, режими стрільби яких дозволяють ведення вогню чергами довжиною 30-400 пострілів.

Перелік джерел посилання

1. Якубович Т. РЕБ vs FPV: що відбувається у «війні частот» на фронті та як Україні рятувати техніку і військових. <http://surl.li/zokwtw> (дата звернення: 01.10.2024).

2. Андрусак А. У Росії заявили про створення нового БПЛА, невразливого для РЕБ: що про нього відомо. URL: <http://surl.li/atquck> (дата звернення: 19.10.2024).

3. Українські розробники показали вітчизняний FPV-дрон на оптоволоконі (відео). URL: <http://surl.li/dvnfsu> (дата звернення: 18.10.2024).

4. Аналіз сучасних засобів знищення безпілотних літальних апаратів. URL: <http://surl.li/ityksk> (дата звернення: 28.09.2024).

5. Біленко О. І. Показники та критерії оцінювання ефективності стрільби при виконанні специфічних завдань силами безпеки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. № 3 (39). С. 7–11.

6. Біленко О. І., Кириченко О. О. Шляхи підвищення безпечності застосування стрілецької зброї силами охорони правопорядку. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2014. № 2/3 (68). С. 35–39.

7. Біленко О. І., Кириченко О. О., Павлов Д. В. Дослідження впливу матеріалу кидального елемента на характеристики рикошету. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків, 2017. № 2 (30). С. 15–21.

8. Біленко О. І. Обґрунтування раціональних значень технічних характеристик кінетичної зброї з обмеженою відстанню дії для сил безпеки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 4 (44). С. 10–14.

9. Helfrich E. Army set to buy computerized rifle sights for shooting down drones. URL: <http://surl.li/ywmwve> (дата звернення: 30.09.2024).

10. Rheinmetall представила футуристичний бойовий модуль Natter. URL: <http://surl.li/gzmvza> (дата звернення: 07.09.2024).
11. Аналіз застосування безпілотних літальних апаратів при веденні сучасних війн та основні заходи щодо боротьби з ними / Кучеренко Ю. Ф., Власік С. М., Беспалько О. В., Сальник О. В. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2023. № 2 (51). С. 38 – 45.
12. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами Російської Федерації у війні проти України / О. О. Олексенко та ін. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4 (49). С. 37 – 42.
13. Аналіз застосування БПЛА у вірмено-азербайджанському воєнному конфлікті та можливі шляхи боротьби з ними / А. Ф. Волков та ін. *Системи озброєння і військова техніка*. 2020. № 4 (64). С. 7–17.
14. Погляди і перспективи створення системи протибезпілотної оборони, її роль та місце в системі протиповітряної оборони України / Володівський П. Б., Самойленко О. В., Стешенко П. М., Глуценко П. А. *Наука і оборона*. 2024. № 3. С. 37 – 44.
15. Коршець О., Горбенко В. Уроки застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні. *Повітряна міць України*. 2023. № 1 (4). С. 9–17.
16. Застосування стрілецької зброї для знищення дрона-камікадзе «Шахед-136» / Сенаторов В. М., Гурнович А. В., Мельник Б. О., Кучинський А. В. *Наука і оборона*. 2023. № 4. С. 41 – 47.
17. Безпілотні літальні апарати та їхній вплив на перебіг російсько-української війни / Медведєв В. К., Коренівська І. С., Хажанець Ю. А., Салов А. О. *Наука і оборона*. 2023. № 2. С. 52 – 59.
18. Волошин І., Луцевят О., Васильченко Д. Ефективність застосування безпілотних авіаційних комплексів в сучасних військових конфліктах. *Повітряна міць України*. 2024. № 1 (6). С. 93–98.
19. Ярош С. П., Гур'єв Д. О. Аналіз розвитку безпілотних літальних апаратів, способів їх бойового застосування та розробка пропозицій щодо організації ефективної боротьби з безпілотною авіацією. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 2 (43). С. 54–60.
20. Чирак М. Шляхи підвищення бойових спроможностей військових частин за рахунок оптимізації застосування ударних БПЛА. *Повітряна міць України*. 2024. № 1 (6). С. 99–104.
21. Методологічні аспекти обґрунтування обрису системи боротьби з безпілотними літальними апаратами / В. В. Лук'ячук та ін. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. Харків, 2024. № 2 (80). С. 75 – 82.
22. Захист з повітря кораблів, пунктів базування та важливих об'єктів Військово-Морських Сил Збройних Сил України від безпілотних літальних апаратів (дронів) противника / Харитонов О. Л., Гульченко О. Є., Завгородній Д. С., Гавалюх О. С. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. Харків, 2023. № 1 (75). С. 22 – 26.
23. Аналіз способів розв'язання балістичної задачі при стрільбі по повітряних цілях / А. О. Константінов та ін. *Системи озброєння і військова техніка*. 2024. № 1 (77). С. 40 – 45.
24. Захист населених пунктів від ударних та диверсійно-розвідувальних безпілотних літальних апаратів / І. С. Афтаназів та ін. *Системи озброєння і військова техніка*. 2023. № 1 (73). С. 82 – 95.
25. Загальновійськовим підрозділам щодо боротьби з ударними БПЛА іранського виробництва «Shahed-136» («Герань-2») та РФ «Ланцет-2» (за досвідом російсько-української війни 2022-2023 років) : метод. рек. Центр оперативних стандартів і методики підготовки ЗСУ, Головне управління доктрин та підготовки ГШ ЗСУ. 2023. 76 с.
26. Techniques for Combined Arms for Air Defense : Field Manual of 29.07.2016 no. АТР 3-01.8.
27. Чи можливо збити дрон з гладкоствольної рушниці на висоті більше 100 метрів? URL: <http://surl.li/zonqdm> (дата звернення: 18.10.2024).
28. Яка рушниця і набої краще проти FPV дрону? URL: <http://surl.li/zonqdm> (дата звернення: 18.10.2024).
29. Біленко О. І., Белашов Ю. О. Підвищення оперативності виконання снайперських вогневих завдань силами безпеки шляхом зменшення кута вильоту кулі. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 3 (43). С. 16 – 21.
30. Біленко О. І., Белашов Ю. О. Шляхи підвищення ефективності виконання вогневих завдань снайпером сил охорони правопорядку. *Збірник наукових праць Академії ВВ МВС України*. Харків, 2013. № 2 (22). С. 12 – 15.
31. Біленко О. І., Павлов Д. В. Аналіз можливостей застосування стрілецької зброї для протидії безпілотним літальним апаратам під час виконання завдань із забезпечення державної безпеки. *Безпека держави*. 2023. № 2. С. 10 – 17.

32. Біленко О. І. Метод формування вимог до балістичного коефіцієнту металюного елементу кінетичної зброї. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 6/3 (66). С. 46 – 49.

33. Біленко О. І. Вплив розкиду значень балістичного коефіцієнту поражаючого елементу кінетичної зброї на ефективність виконання вогневих завдань силами безпеки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. № 4 (40). С. 58 – 62.

Стаття надійшла до редакції 26.11.2024 р.

UDC 623.44

O. Bilenko, D. Pavlov

PROBLEMS OF SMALL ARMS POINTING WHEN SHOOTING AT SMALL UNMANNED AERIAL VEHICLES

Based on the analysis, it was concluded that small arms are currently the most expedient means of defeating small UAVs on the battlefield. It is noted that the nature of the movement of small UAVs in combat conditions may require firing in directions with large angles relative to the horizon, which is not provided for by the shooting rules and sighting devices of most small arms. An approach to determining the aiming point when firing at low-altitude air targets with small arms using standard sights is planned.

Recommendations for improving the sights of small arms for shooting at low-altitude air targets are presented. The following conclusions are made. In order to provide aiming angles that correspond to the distance to the target and the angle of the target, it is necessary to improve the existing mechanical and optical sights by introducing an adjustment mechanism for the angle of the target. An acceptable option for adapting existing sights to shooting at air targets according to the "cost" and "efficiency" indicators is the development of special tables with two inputs, (at the angle of the target's place and distance to the target) and the number mark of the sight at the output. When firing at objects with large angles, actual mechanical and optical sights do not provide sufficiently small aiming angles.

As a result, it is advisable to calculate and use negative corrections for distance or use upgraded sights. If possible, open fire on the target should be at a time when the target changes direction and has zero or minimal lateral velocity relative to the direction of fire. Due to the complexity of taking into account the shape of the flight path of the bullet, when determining the aiming point when firing at air targets, it is necessary to choose such distances at which the height of the trajectory does not exceed the height of the target.

Keywords: unmanned aerial vehicles, small arms, angle of the target, pointing of weapons, sights.

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного центру Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-6007-3330>

Павлов Дмитрій Вадимович – кандидат військових наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0003-3015-0061>