

П. В. Пістряк, С. В. Кадубенко, Є. С. Лисенко

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТРІЛЬЦЯ-ЗЕНІТНИКА

Запропоновано методику розрахунку комплексного показника підготовленості стрільців-зенітників, який ураховує значущі фактори, що впливають на ефективність дій стрільця-зенітника під час бойового застосування переносних зенітних ракетних комплексів.

Ключові слова: *стрілець-зенітник, переносний зенітний ракетний комплекс, зенітна керована ракета, наземний блок живлення, теплова оптична головка самонаведення, частковий показник, комплексний показник підготовки стрільця-зенітника, тренажерні комплекси.*

Постановка проблеми. З початком ведення бойових дій проти нашої країни загарбницькими військами російської федерації і дотепер останні широко використовують повітряні засоби ураження (ПЗУ) (ракти, керовані авіабомби, безпілотні літальні апарати тощо) для нанесення ударів по критичній інфраструктурі, позиціях сил оборони та цивільних об'єктах. Традиційно значну роль у знищенні ПЗУ відіграють переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК) ближньої дії з автоматизованою системою наведення. Такі комплекси є доволі не дешевими та вимагають твердих навичок і вмій для їхнього ефективного застосування. Саме тому в підготовці особового складу підрозділів протиповітряної оборони Сил оборони використовуються тренажерні комплекси ПЗРК різного типу та виду, основними з яких є «Стінгер», «Стріла-2», «Ігла». Майже всі ПЗРК такого виду мають однотипні будову та принцип роботи: зібрані за аеродинамічною системою «качка», метод наведення – пропорційного зближення, спосіб наведення – використання теплової оптичної головки самонаведення тощо. Що, відповідно, дає змогу під час розроблення програм навчання дещо їх уніфікувати. Результати навчання у більшості таких програм визначаються оцінкою теоретичних знань та практичним виконанням вправ стрільб з використанням тренажерів. Однак результати стрільби не повною мірою відображають навченість стрільця-зенітника (СЗ), оскільки є багато значущих факторів, які на них впливають. Саме тому виникає потреба у визначенні часткових та комплексного показника ступеня підготовленості стрільця-зенітника, який би враховував основні з таких факторів, і його можна було б застосувати для оцінювання дій СЗ на інших комплексах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Порядок організації підготовки Національної гвардії України, зокрема й підрозділів протиповітряної оборони, зазначений у публікаціях [1, 2, 3]. Аналіз основних тенденцій і напрямів розвитку тренажерної бази Збройних Сил України розглянуто у статті [4]. Методика проведення занять на навчально-тренувальних засобах типу «Тригл» та пропозиції щодо визначення комплексного показника підготовки операторів таких комплексів наведено у працях [5, 6, 7]. Проте ця методика оцінювання може бути застосована лише частково, оскільки не відображає деяких значущих факторів дій СЗ під час бойового застосування ПЗРК.

Метою статті є розроблення методики розрахунку комплексного показника підготовленості стрільців-зенітників, який би враховував значущі фактори, що впливають на ефективність дій стрільця-зенітника під час застосування комплексу.

Викладення основного матеріалу. Результатом навчання є відповідність знань, умінь та навичок, які здобув слухач, відповідним критеріям, що задовольняють певні умови застосування озброєння у різних видах бою. У зв'язку з цим для оцінювання навченості стрільців-зенітників, навчання яких проводиться з використанням тренажерних комплексів з візуалізацією процесу стрільби типу «Тригл», у методичному посібнику [5] було подано пропозиції щодо вдосконалення методики навчання та оцінювання дій СЗ.

Є такі умови визначення оціночної функції:

1) стрілець-зенітник засвоїв теоретичну частину програми підготовки на оцінку не нижче ніж задовільно, знає алгоритм дій СЗ під час підготовки ПЗРК до стрільби та основи бойового застосування комплексу;

2) стрілець-зенітник не знає реального плану польоту цілі, його (план польоту) зазначає керівник заняття (оператор) з використанням інтерфейсу програмного забезпечення;

3) оцінка дій СЗ припускає використання ним наявної певної вихідної інформації на момент прийняття рішення на виконання якихось певних дій (наприклад, характеристики польоту, розміри та особливості дій засобів повітряного нападу);

4) за браком додаткової інформації (крім можливого типу, висоти та швидкості цілі) вважається, що ціль пересікає зону пуску прямолінійно без зміни параметрів польоту.

Зважаючи на особливості бойової роботи та конструктивні особливості ПЗРК, комплексний показник підготовленості повинен враховувати такі значущі фактори, які впливають на ефективність дій стрільця-зенітника [5]:

– виявляти цілі та визначати ймовірну зону ураження шляхом візуального спостереження, зокрема з використанням прицільних пристосувань комплексу;

– визначати момент вмикання наземного блока живлення (НБЖ) залежно від часу знаходження цілі у зоні чутливості оптичної головки самонаведення (ОГСН);

– виконувати умови для здійснення ефективного пуску зенітної керованої ракети (ЗКР) залежно від часу роботи наземного джерела живлення та часу знаходження цілі у зоні чутливості ОГСН;

– вибирати пріоритетний режим вогню на зустрічному або догонному курсах;

– здійснювати безпомилкове супроводження цілі.

З огляду на це загальний показник навченості стрільця-зенітника (P) можна визначити за формулою

$$P = P_{\text{віз вияв}} \cdot P_{\text{нбж}} \cdot P_{\text{пус еф}} \cdot P_{\text{пер}}^* \cdot P_{\text{супр}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{віз вияв}}$ – частковий показник реалізації навичок стрільця-зенітника з візуального виявлення цілі;

$P_{\text{нбж}}$ – частковий показник реалізації навичок стрільця-зенітника з виконання умов для здійснення ефективного пуску зенітної керованої ракети залежно від часу роботи наземного блока живлення;

$P_{\text{пус еф}}$ – частковий показник ефективного пуску, що характеризує момент вмикання НБЖ та його роботу залежно від часу знаходження цілі у зоні чутливості оптичної головки самонаведення;

$P_{\text{пер}}$ – частковий показник пріоритетності вибору режиму вогню на зустрічному та догонному курсах (для ПЗРК типу «Ігла, Стріла»);

$P_{\text{супр}}$ – частковий показник, що характеризує якість навичок СЗ у прицілюванні та супроводженні цілі.

Ефективний пуск – це вихід ЗКР з пускової труби, який забезпечує можливість ураження цілі не нижче заданої ймовірності.

Пуск ЗКР по цілі здійснюється за такими умовами:

1) момент вмикання НБЖ залежить від дальності до цілі, дальньої границі зони чутливості ОГСН;

2) загальний час від моменту вмикання наземного джерела живлення СЗ до здійснення ефективного пуску не повинен перевищувати час роботи НБЖ $t_{\text{пуск}} \leq t_{\text{нбж}}$;

3) час для стабільного захоплення цілі і її супроводження у ручному та автоматичному режимах роботи $t_{\text{зах}}$ має бути у межах: $t_{\text{зах min}} \leq t_{\text{зах}} \leq t_{\text{чут ОГСН}}$;

4) час виходу комплексу на бойовий режим $t_{\text{бр нбж}}$ повинен бути меншим за час перебування цілі у зоні чутливості ОГСН і при цьому має виконуватись умова $t_{\text{бр нбж}} + t_{\text{зах}} \leq t_{\text{чут ОГСН}}$;

5) можливі затримки пуску, обумовлені конструктивними помилками пускової труби та елементів ЗКР, не враховуються.

Для ураження цілі з ПЗРК її, звісно ж, потрібно виявити візуально. Показник $P_{\text{віз вияв}}$ – частковий показник реалізації навичок стрільця-зенітника з візуального виявлення цілі на однорідному фоні, її ідентифікації та розпізнавання.

Для визначення оцінки наведемо певні припущення.

1. Повітряні цілі не використовують сигнал «Я СВІЙ ЛІТАК» або наземний радіолокаційний запитувач не активовано.

2. Спостереження за повітряним простором здійснюється без оптичних приладів.

3. Стрілець-зенітник пройшов курс навчання і знає ознаки ворожих літальних апаратів – їх типи, види, способи дії.

4. Візуальний пошук цілі проходить на однорядному фоні [темна (світла) крапка в світлому небі і, навпаки, вночі].

Процес візуального виявлення цілі можна поділити на 3 етапи (події): подія А – виявлення цілі (підтвердження наявності або браку цілі у просторі, виділення об'єкта із загального фону, при якому він характеризується як «об'єкт» [3]); подія Б – ідентифікація цілі (визначення належності цілі за

певними ознаками, наприклад, за її належністю або важливістю: бомбардувальник, винищувач тощо); подія В – розпізнавання цілі (підтвердження або спрощення даних про наявність саме ворожої цілі: за кольором, розпізнавальними знаками, ворожими діями тощо). Отже, частковий показник реалізації навичок стрільця-зенітника з візуального виявлення цілі на однорідному фоні, її ідентифікації та розпізнавання буде визначатися таким виразом:

$$P_{\text{виз вияв}} = P_{\text{вияв}}(A) \cdot P_{\text{ід}}(B/A) \cdot P_{\text{розп}}(B/A, B), \quad (3)$$

де $P_{\text{вияв}}(A)$ – імовірність виявлення цілі;

$P_{\text{ід}}(B/A)$ – імовірність ідентифікації цілі за умови її виявлення;

$P_{\text{розп}}(B/A, B)$ – імовірність розпізнавання цілі за умови її виявлення та ідентифікації.

Зі статті [10] відомо, що ймовірність візуального виявлення об'єкта пошуку може бути записана так:

$$P_{\text{вияв}} = 1 - \exp\left(-\frac{t_{\text{вияв}}}{t_{\text{вияв_сер}}}\right), \quad (4)$$

при цьому середній час виявлення, якщо не встановлений час виконання вогневого завдання, буде дорівнювати

$$t_{\text{вияв_сер}} = \frac{(2\beta)^2}{C \cdot K_1^2 \cdot \gamma^3 \cdot L^{0,3}}, \quad (5)$$

де β – кут сектору спостереження, град;

C – коефіцієнт, який залежить від умов пошуку та під час монокулярного спостереження визначається у межах $C = 12 - 36 \text{град}^2 (\text{кд/м}^2)^{-0,3} (\text{кут. хв})^{-3} \text{с}^{-1}$ і відображає навички стрільця-зенітника у веденні пошуку;

K_1 – коефіцієнт контрасту об'єкта і фону коливається від 0,1 до 1;

γ – кутові розміри об'єкта, кут. хв.;

L – яскравість фону, лм.

Отже, формула (6) набирає вигляду

$$P_{\text{вияв}} = 1 - \exp\left(-\frac{C \cdot K^2 \cdot \gamma^3 \cdot L^{0,3} \cdot t_{\text{вияв}}}{(2\beta)^2}\right). \quad (6)$$

Оцінювання показника реалізації навичок стрільця-зенітника з візуального виявлення цілі пропонується визначати за таких умов: «відмінно», якщо $0,7 < P_{\text{вияв}} \leq 1$; «добре», якщо $0,5 < P_{\text{вияв}} \leq 0,7$; «задовільно», якщо $0,3 < P_{\text{вияв}} \leq 0,4$.

Частковий показник реалізації навичок стрільця-зенітника з виконання умов для здійснення ефективного пуску зенітної керованої ракети залежно від часу роботи наземного блока живлення можна визначити як відношення часу на здійснення пуску стрільцем-зенітником ($t_{\text{пус СЗ}}$) до максимально можливого часу здійснення пуску ($t_{\text{пус ПЗРК}}$) визначеного характеристиками комплексу з урахуванням особливостей роботи НБЖ:

$$P_{\text{нбж}} = \frac{t_{\text{пус СЗ}}}{t_{\text{пус ПЗРК}}}, \quad (7)$$

де

$$t_{\text{пус СЗ}} = t_{\text{бр нбж}} + t_{\text{пош сз}} + t_{\text{супр сз}}, \quad (8)$$

де $t_{\text{бр нбж}}$ – середній час роботи наземного блока живлення ПЗРК від моменту вмикання НБЖ $t_{\text{нак}}$ до виходу ЗКР на бойовий режим;

$t_{\text{пош сз}}$ – час від моменту виходу ЗКР на бойовий режим до моменту захоплення цілі оптичною головкою самонаведення при наведенні її на ціль СЗ;

$t_{\text{супр сз}}$ – час від моменту захоплення цілі СЗ оптичною головкою самонаведення до моменту пуску, він повинен бути рівний або більший за мінімально можливий час супроводження і визначений характеристиками комплексу $t_{\text{супр сз}} \leq t_{\text{супр min}}$.

$$t_{\text{пус ПЗРК}} = t_{\text{нбж}} - (t_{\text{бр нбж}} + t_{\text{супр min}}), \quad (9)$$

де $t_{\text{нбж}}$ – загальний час роботи НБЖ;

$t_{\text{бр нбж}}$ – середній час роботи наземного блока живлення ПЗРК від моменту вмикання НБЖ $t_{\text{нак}}$ до виходу ЗКР на бойовий режим;

$t_{\text{супр min}}$ – мінімально можливий час від моменту захоплення цілі СЗ оптичною головкою самонаведення до моменту пуску, визначений характеристиками комплексу.

Оцінювання пропонується визначати за таких умов: «відмінно», якщо $0,7 < P \leq 1$; «добре», якщо $0,5 < P \leq 0,7$; «задовільно», якщо $0,35 < P \leq 0,5$; «незадовільно», якщо $P \leq 0,35$.

Наступним показником, який дасть змогу оцінити навички стрільця-зенітника навіть за максимально можливого $P_{\text{нбж}}$, є показник, що характеризує момент вмикання НБЖ та його роботу залежно від часу знаходження цілі у зоні чутливості ОГСН, – показник ефективного пуску $P_{\text{пус еф}}$.

Для визначення оцінки наведемо певні припущення.

1. Стрільба ведеться по цілі, яка рухається перпендикулярно до СЗ з максимальною швидкістю, по якій ефективний ПЗРК;

2. Час виходу НБЖ на бойовий режим $t_{\text{нбж}}$.

3. Наземний блок живлення може бути увімкнено завчасно до входу цілі у зону чутливості ОГСН, але цей час не повинен бути більшим за загальний час його роботи з урахуванням мінімально можливого часу супроводження для стійкого захоплення цілі.

4. Якщо пуск ЗКР відбувся, то ціль буде уражена із заданою імовірністю ураження такої цілі – P_i .

5. Чим більше часу ціль знаходиться у зоні чутливості ОГСН, тим більша ймовірність її захоплення, супроводження та здійснення ефективного пуску.

Тоді показник ефективного пуску $P_{\text{пус еф}}$ буде розраховуватись як відношення часу $t_{\text{пус сз}}$ до оптимального часу $t_{\text{пус опт}}$, у який можливе вмикання НБЖ для здійснення ефективного пуску із заданою імовірністю ураження конкретної цілі P_i (рис. 1):

$$P_{\text{пус еф}} = \frac{t_{\text{пус сз}}}{t_{\text{пус опт}}} \quad (10)$$

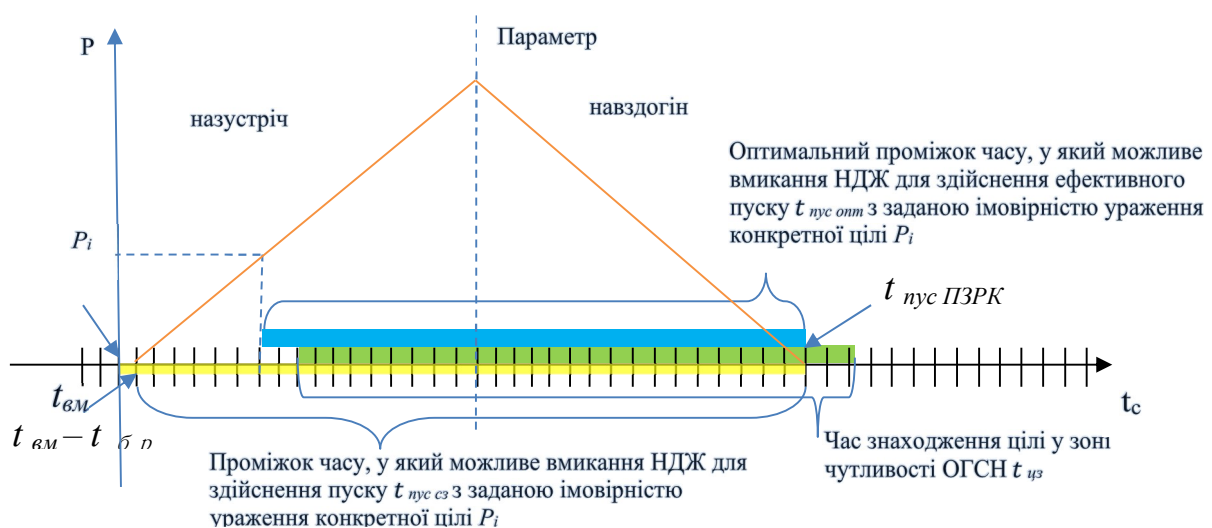


Рисунок 1 – Графічне відображення визначення показника ефективного пуску

Для деяких ПЗРК (у більшості вітчизняного виробництва) важливим фактором, що впливає на ефективність ураження цілі, є вибір режиму стрільби на зустрічних чи догонних курсах.

Як зазначено у працях [5, 7, 8], P_{np} – частковий показник пріоритетності вибору режиму обстрілу цілі для ПЗРК «Ігла», який характеризує ступінь пріоритетності обраного стрільцем-зенітником режиму обстрілу цілі на зустрічному або догонному курсі.

Під час вибору цієї оцінної функції вибрано підхід, який будується на таких припущеннях.

1. За рівно допустимих умов обстрілу цілі на зустрічному та догонному курсах пріоритет обстрілу цілі на зустрічному курсі дорівнює 0,6.

2. Під час визначення пріоритетності обстрілу цілі на зустрічному або догонному курсах як основні показники обрано швидкість польоту цілі та час перебування цілі у зоні пуску.

3. Як оціночну функцію обрано лінійну залежність на ділянці визначення $0 \div 1$.

Показник пріоритету P_{np} можемо визначити так:

а) під час здійснення пуску в режимі «НАЗУСТРІЧ»:

$$P_{npz} = \frac{S_1 - S_3}{S_1 + S_2}; \quad (11)$$

б) під час здійснення пуску в режимі «НАВЗДОГІН» :

$$P_{npo} = \frac{S_2 - S_3}{S_1 + S_2}, \quad (12)$$

де S_3 – площа сегмента, яка на зустрічному курсі враховується тільки у випадку, коли кнопка «НАВЗДОГІН» натиснута під час обстрілу цілі на зустрічному курсі;

– S_1 і S_2 – відповідні площі секторів;

– своєчасність вмикання режиму «НАВЗДОГІН» урахується площею S_3 , яка може враховуватись як сегмент в окружності з центром у t_1 або t_4 залежно від $t_{зм}$.

Площа сектора (S_1 або S_2) у загальному випадку може бути знайдена як

$$S = \frac{\pi R^2 \cdot V_u}{4V_{u \max}}, \quad (13)$$

де R – радіус сектора, пропорційний часу перебування цілі у зоні пуску на зустрічному чи догонному курсі;

V_u – поточне значення швидкості цілі, м/с;

$V_{u \max}$ – максимальне значення швидкості цілі, як на зустрічному, так і на догонному курсах, залежить від характеристик цілі та можливостей ПЗРК, м/с.

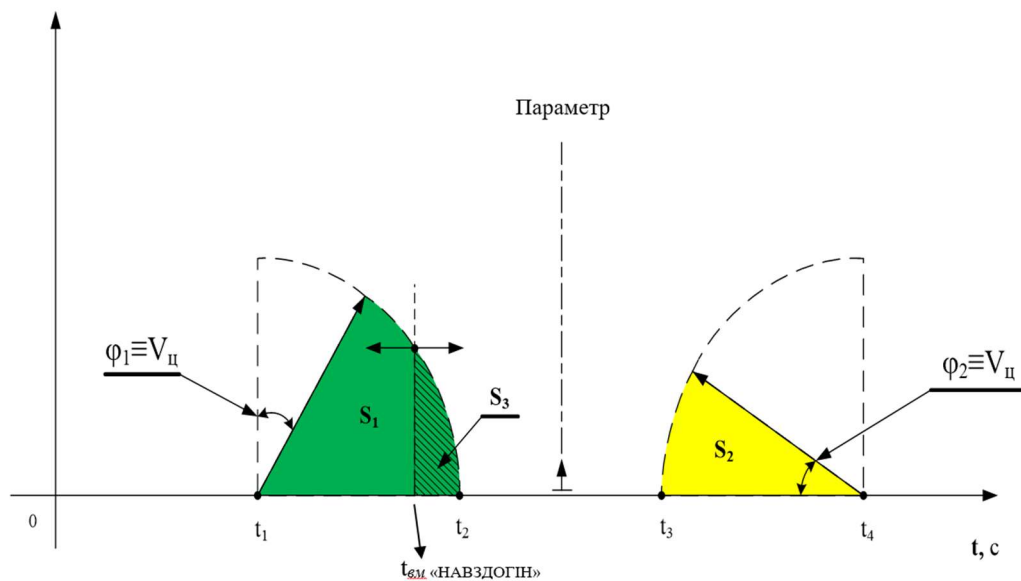


Рисунок 2 – Графічне відображення розрахунку показника пріоритету P_{np}

Наприклад, для ПЗРК «Ігла» у разі здійснення пуску по цілі з параметрами швидкості $320 \text{ м/с} < V_{ц} \leq 360 \text{ м/с}$ і за обраного режиму «НАЗУСТРІЧ» – $P_{np} = 1$, а у разі обрання режиму «НАВЗДОГІН» – $P_{np} = 0$. При здійсненні пуску по цілі, що рухається зі швидкістю $V_{ц} \geq 360 \text{ м/с}$, і обраному режимі «НАЗУСТРІЧ» або «НАВЗДОГІН» $P_{np} = 0$. Своєчасність вмикання режиму «НАВЗДОГІН» враховується площею S_3 .

За показником пріоритету стрілок-зенітник може бути оцінений так:

1) у разі обрання стрілом-зенітником режиму «НАЗУСТРІЧ»: «відмінно», якщо $0,4 < P_{np} \leq 1$; «добре», якщо $0,35 < P_{np} \leq 0,4$; «задовільно», якщо $0,3 < P_{np} \leq 0,35$.

2) у разі обрання стрілом-зенітником режиму «НАВЗДОГІН»: «відмінно», якщо $0,6 < P_{np} \leq 1$; «добре», якщо $0,55 < P_{np} \leq 0,6$; «задовільно», якщо $0,5 < P_{np} \leq 0,55$.

Безпомилкове та стале супроводження захопленої цілі є запорукою успішного пуску.

Показник $P_{супр}$ – частковий показник, що характеризує стійкість навичок стрілка-зенітника у стійкому прицілюванні та супроводженні цілі (показник стійкості прицілювання). Він характеризує час ($t_{супр\ c3}$), витрачений стрільцем-зенітником від моменту захоплення цілі до досягнення події: безперервне утримання цілі на лінії візування з максимально допустимою кутковою помилкою не більше ніж ξ протягом деякого часу тестування (ΔT), не більше, ніж з одним відходом з тілесного кута (ω) на час не більше $\Delta t_{від}$:

$$P_{супр} = \frac{\Delta T}{t_{супр\ c3}}. \quad (13)$$

За показником стійкості оцінка буде такою: «відмінно», якщо $0,7 < P_{супр} \leq 1$; «добре», якщо $0,45 < P_{супр} \leq 0,7$; «задовільно», якщо $0,3 < P_{супр} \leq 0,45$.

Висновок

Запропонована вдосконалена методика визначення часткових показників підготовленості стрільця-зенітника може бути використана для оцінювання підготовленості стрільців-зенітників за умов проходження повного курсу підготовки та визначеної у ньому кількості тренувальних пусків.

Метою подальших досліджень з цього питання є більш повна деталізація деяких часткових показників.

Перелік джерел посилання

1. Про організацію підготовки Національної гвардії України у 2024 році : директива командувача Національної гвардії України від 24.11.2023 р. № Д-202.
2. Програма з бойової та спеціальної підготовки підрозділів Національної гвардії України : наказ командувача Національної гвардії України від 06.03.2017 р. № 138.
3. Про затвердження Курсу стрільб зі стрілецької зброї та озброєння бойових машин Національної гвардії України : наказ командувача Національної гвардії України від 26.12.2023 р. № 1111.
4. Калачова В. В., Дуденко С. В., Бойко В. В., Бабенко О. П. Аналіз основних тенденцій та напрямків розвитку тренажерної бази в контексті підвищення якості підготовки особового складу повітряних сил Збройних Сил України. *Системи озброєння і військова техніка*. 2011. № 1 (125). С. 206–210.
5. Афанасьєв В. В., Пістряк П. В. Методика навчання стрільців-зенітників на тренажері стрільця-зенітника переносного зенітного ракетного комплексу «Ігла»: метод. посіб. Харків: НА НГУ, 2016. 162 с.
6. Зюбан М. І., Мудрик В. Г. Методика навчання операторів на тренажері оператора протитанкового ракетного комплексу «Фагот» (індекс трекон): метод. посіб. Харків: НА НГУ, 2016. 33 с.
7. Пістряк П. В., Афанасьєв В. В., Горяник Д. О. Особливості підготовки стрільців-зенітників з використанням сучасних тренажерних комплексів. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2016. № 4. С. 56–59.
8. Методика підготовки та проведення занять з вогневої підготовки ЗСУ. Київ: ЦОСМП ЗСУ та НАСВ, 2020. С. 203.

9. Пістряк П. В., Єманов В. В., Атаманенко І. О. Проблемні питання методики вогневої підготовки з урахуванням досвіду застосування військ в ООС. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. № 3 (67). С. 124–129.

10. Пістряк П. В., Радіонов Г. О., Кушнарьов Б. О. Дослідження залежностей між контрастністю цілі на умовно однорідному фоні та ймовірністю виконання вогневого завдання. *Честь і закон*. 2023. № 3 (86). С. 116–122.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2024 р.

UDC 355.5

P. Pistriak, S. Kadubenko, Ye. Lysenko

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE COMPLEX INDICATOR OF THE TRAINING OF AN ANTI-AIRCRAFT GUNNER

Since the beginning of hostilities against our country by the invading forces of the Russian Federation, and to this day, the latter have widely used aerial weapons (missiles, guided bombs, unmanned aerial vehicles, etc.) to strike critical infrastructure, defense force positions, and civilian objects. Traditionally, a significant role in the destruction of aerial weapons has been played by portable short-range anti-aircraft missile systems with an automated guidance system. Such systems are quite expensive and require solid skills and abilities for their effective use.

The result of training anti-aircraft gunners is the compliance of the knowledge, skills, and abilities acquired by the student with the relevant criteria that satisfy certain conditions for the use of weapons in various types of combat. In this case, there are the following conditions for determining the evaluation function:

– the anti-aircraft gunner has mastered the theoretical part of the training program for evaluation no lower than satisfactory, knows the algorithm of actions of the anti-aircraft gunner during the preparation of the anti-aircraft missile complex for firing and the basics of the combat use of the complex;

– the anti-aircraft gunner does not know the real flight plan of the target, it (the flight plan) is noted by the class leader (operator) using the software interface;

– the assessment of the anti-aircraft gunner's actions assumes the use of certain initial information available to him at the time of making a decision to perform some specific actions (for example, flight characteristics, dimensions and features of the actions of air attack means);

– due to the lack of additional information (except for the possible type, height and speed of the target), it is considered that the target crosses the launch zone in a straight line without changing the flight parameters.

The article proposes a method for calculating a comprehensive indicator of the readiness of anti-aircraft gunners, which takes into account significant factors that affect the effectiveness of the anti-aircraft gunner's actions during the combat use of portable anti-aircraft missile systems, including visual target detection, proficiency in launching an anti-aircraft guided missile during the operation of the ground power unit, the moment of switching on the ground power unit, the priority of choosing the fire mode on the oncoming and pursuit courses, and the quality of the anti-aircraft gunner's skills in aiming and tracking the target.

Keywords: *anti-aircraft gunner, portable anti-aircraft missile system, anti-aircraft guided missile, ground power supply, thermal optical homing head, partial indicator, comprehensive indicator of training of an anti-aircraft gunner, training complexes.*

Пістряк Петро Васильович – кандидат військових наук, доцент, начальник кафедри вогневої підготовки Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0001-9161-5788>

Кадубенко Станіслав Валентинович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри озброєння військ ППО Сухопутних військ факультету ППО Сухопутних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
<https://orcid.org/0000-0001-7709-6619>

Лисенко Євгеній Станіславович – начальник лабораторії кафедри вогневої підготовки Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0009-0000-7679-4829>