

В.О. Перескоков, А.В. Корень, О.В. Вабіщевич

Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИЦІЛЮВАННЯ НЕКЕРОВАНИМИ АВІАЦІЙНИМИ РАКЕТАМИ БЕЗ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТАКТУ З ЦІЛЛЮ

У статті розглянуто процес прицілювання під час стрільби некерованими авіаційними ракетами з кадрування без візуального контакту з ціллю.

Показано, що для підвищення точності стрільби при польоті на малих висотах необхідно розглядати два основних напрями: дотримання режиму польоту під час виконання складних елементів пілотування вертольотів для атак наземних цілей з кадрування та комплексне використання удосконалених бортових прицільно-навігаційних систем та їх складових.

Запропоновано шляхи використання варіантів бойового застосування некерованих авіаційних ракет:

застосування бортових прицільно-навігаційних комплексів та їх складових, які забезпечують позиціонування та кутове визначення в просторі за супутниковими системами GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou з одночасною обробкою сигналів в двох діапазонах частот;

відтворення зображення карти місцевості з відображенням точки цілі та розрахованої точки центру розсіювання на екрані з урахуванням положення у просторі та еволюції вертольота, що дозволить вести прицільну стрільбу з кадрування на малих висотах з одночасним збільшенням дальності прицільної стрільби.

Ключові слова: некеровані авіаційні ракети, ціль, прицільно-навігаційна система, дальність прицільної стрільби.

Вступ

Постановка проблеми. Модернізація засобів протиповітряної оборони (ППО) противника, прийняття ним на озброєння нових видів бойової техніки та зброї, призводить до підвищення ефективності ураження вертольотів у зоні досяжності вогневих засобів.

Зони поразки сучасних засобів ППО ймовірного супротивника стали зрівнянні з дальністю застосування авіаційних засобів ураження (АЗУ) з вертольотів. У зв'язку з цим виникла необхідність пошуку нових тактичних прийомів та способів бойових дій, скорочення відстані, що проходять вертольоти у цій зоні.

Наразі ударні вертольоти ведуть стрільбу у режимі кадрування – пускають некеровані авіаційні ракети (НАР) по цілям “навісом” на відстані не менш 6 км, уникаючи заходу до зони вогневого ураження протиповітряної оборони противника. Але у даному варіанті бойового застосування зафіксовано низький рівень ураження наземних цілей, що обумовлено як розсіюванням НАР, так й відсутністю штатних режимів прицілювання у цьому режимі.

Аналіз бойового застосування НАР вертольотами при польоті на малих висотах показав, що стрільба у цих умовах пов'язана з

певними труднощами, основним з яких є відсутність візуального контакту з ціллю. Одночасно, при застосуванні ракет цього типу з кадрування, визначальним є не швидкість набору висоти, а кутове положення вертольота щодо горизонту, тобто кут тангажу [2, с. 37...45]. При цьому важливо зазначити, що рішення балістичної задачі у режимі кадрування для НАР штатними прицільними системами вертольотів не передбачено, тобто початковий кут стрільби не розраховується [1, с. 154...162].

Таким чином виникає актуальне науково-технічне завдання щодо визначення можливих шляхів підвищення ефективності прицілювання та пуску некерованих авіаційних ракет з уникненням заходу до зони вогневого ураження ППО противника [3, с. 87, 88].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз робіт і публікацій щодо прицілювання НАР в умовах відсутності візуального контакту з ціллю, проведених авторами, показав, що підвищення точності застосування ракет цього типу є важливим напрямом їх розвитку. При цьому підвищення точності та ефективності застосування досягається за рахунок:

- удосконалення систем наведення;
- покращення характеристик бойових частин;
- удосконалення пускових установок.

У свою чергу, покращення точності застосування НАР дозволить зменшити кількість ракет, необхідних для ураження цілі із заданою імовірністю та розширити спектр задач, що вирішується.

Так, у роботах [3, с. 143...145; 6, с. 26...29] визначено можливі шляхи підвищення ефективності бойового застосування НАР за рахунок врахування температури твердого палива та деяких параметрів польоту носія відповідно. У роботах [4, с. 2...5; 5, с. 1...2], зокрема, показано особливості застосування НАР з кабрування та проблеми, що виникають при цьому. У роботі [7, с. 87, 88] визначено загальний вигляд технічного обриса прицільно-навігаційної системи вертольоту, що дозволяє вести прицільну стрільбу НАР без візуального контакту з ціллю.

Таким чином, розробка науково-обґрунтованих пропозицій щодо організації процесу прицілювання НАР без візуального контакту з ціллю є **актуальним науково-технічним завданням**.

Мета статті – розробка методичного підходу щодо підвищення точності прицілювання при застосуванні некерованих авіаційних ракет за умови відсутності візуального контакту з ціллю.

Виклад основного матеріалу

Аналіз результатів стрільб у режимі кабрування (в умовах бойових дій) вказує, що після трьох-чотирьох вильотів, льотчики набувають певного досвіду та накривають площину цілі із розрахунком плюс мінус 50 метрів від центру еліпсу розсіювання (Рис.1).

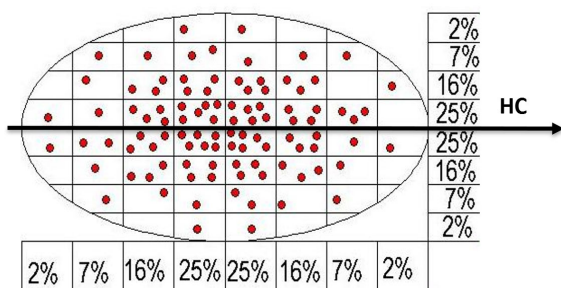


Рис. 1. Стандартний вигляд еліпсу розсіювання
Джерело: [8, с. 348]

Після того як в бортові комп'ютери вертольотів було встановлено програмне забезпечення для розрахунку стрільби з кабрування для всіх видів некерованих авіаційних ракет, відхилення снарядів від центру еліпсу розсіювання були близькі до нуля. При цьому НАР типу Hydra-70 летять більш точно, ніж НАР типу С-8, що обумовлено кращою стабілізацією на траєкторії (за рахунок вищої кутової швидкості обертання) більшою початковою швидкістю та значно меншим

значенням балістичного коефіцієнту [4, с. 4; 9, с. 37].

Таким чином, основний вплив на ймовірність ураження цілі надає закон розподілу вектора фазових координат АЗУ, який визначається технічним розсіюванням та помилкою розв'язання задачі прицілювання [10, с. 28...30].

Виконання процесу прицілювання вимагає від пілота постійно утримувати вертоліт у збалансованому стані, щоб не було зайвих рухів, які негайно з'являться за будь-якої зміни режиму польоту. Зазначимо, що ротор несучого гвинта є великим і потужним гіроскопом з великим моментом інерції. При спробах змінити положення осі несучого гвинта в просторі виникає гіроскопічний момент вертольота, що повертає вісь обертання в іншому, перпендикулярному напрямку.

При цьому проявляється і реактивний момент несучого гвинта, який стає некомпенсованим. Результатом дій цієї головної пари вертолітних моментів, гіроскопічного та реактивного, може стати ковзання вертольота. Наслідком цього є зміщення центру розсіювання НАР та зниження імовірності ураження цілі.

Швидкість вертольота визначається горизонтальною тягою, що створюється нахилом конуса несучого гвинта вперед – нахилом його підйомної сили. При збільшенні кута тангажу вертольота, нахил несучого гвинта вперед зменшується, знижується повітряна швидкість вертольота та, як наслідок, зменшується тяга несучого гвинта у цілому. Також через падіння швидкості обтікання рульового гвинта зменшується його тяга. А значить, виникає некомпенсований реактивний момент несучого гвинта, який повинен компенсувати льотчик.

Таким чином, пілот вертольота при виконанні кабрування працює декількома органами управління, компенсуючи відразу кілька відхилень, що виникають. При цьому він повинен постійно контролювати кути ковзання вертольота [2, с. 2].

Прицілювання та пуск НАР з кабрування пов'язані не тільки зі складностями пілотування, але й з необхідністю постійного супроводу цілі до моменту початку стрільби. Саме це обумовлює необхідність розробки і впровадження такої системи прицілювання, яка не буде відволікати від пілотування, а навпаки, буде органічно пов'язана з пілотуванням [6, с. 28].

Важливою особливістю при застосуванні НАР з кабрування є відсутність візуального контакту з ціллю. У цьому випадку координати цілі визначаються заздалегідь та задаються у прицільну систему під час підготовки до бойового вильоту.

Географічні координати цілі накладаються на матрицю висот, що дає висоту цієї точки, так

формуються геодезичні координати цілі, вони і заводяться у прицільний комплекс. Обчислювач по поточній висоті, швидкості польоту, курсу та координат вертольота розраховує вихід на бойовий курс, початок маневру кабрування та його параметри, включаючи кут кабрування.

Далі пілот виконує пуск НАР у директорному режимі, тобто він повинен чітко виконувати те, що розрахував йому прицільний комплекс, а саме – довести вертоліт у точку початку маневру кабрування із заданими параметрами: висотою, курсом та швидкістю. Далі виконати маневр кабрування, збільшуючи кут тангажу до заданого. Після суміщення рухомої та нерухомої міток здійснити пуск НАР. Після чого виконати вихід з атаки з виконанням протизенітного маневру.

Перспективна прицільно-навігаційна система ударного вертольота вогневої підтримки повинна забезпечити точний вихід на ціль вдень і вночі за будь-яких метеорологічних умов без застосування демаскувальних радіолокаційних систем та використання зовнішніх сигналів. Цим вимогам відповідають інерціальні навігаційні системи, точність яких може бути підвищена шляхом візуального коригування положення вертольота на контрольних точках маршруту або шляхом застосування систем супутникової навігації.

Прицільно-навігаційна система призначена для забезпечення автономного виходу вертольота на ціль, для прицілювання, виконання пуску ракет та стрільби з гармат. Зазвичай вона складається з гіростабілізованої платформи, обчислювача, пультів управління та індикаторів [1, с. 335...339]. Для навігації може використовуватись індикатор електронної карти місцевості. Відображення на екрані карти може бути зорієнтовано по курсу вертольота або на північ. Положення вертольота зазвичай розміщують у центрі індикатора, але пілот вертольота має змогу розмістити карту таким чином, щоб у центрі знаходився район передбаченого знаходження цілі. На електронну карту місцевості можливо виводити зображення потенційних цілей із позначкою їх координат, курсу вертольота, параметри вітру, часу польоту до цілі та інше.

Супроводження наземної (надводної) цілі з точним вимірюванням дальності вважається обов'язковим для більшості перспективних радіолокаційних станцій, що входять до складу прицільно-навігаційних систем вертольотів. У цьому режимі супроводження вибраного об'єкта може виконуватись як моноімпульсним методом, так і шляхом застосування оглядової радіолокаційної станції. Отриману інформацію обробляє бортова електронна обчислювальна машина (ЕОМ), яка формує команди для виведення

вертольоту в район цілі. Одночасно вимірює дальність до цілі та обчислює координати точки пуску НАР.

За допомогою такої системи сам процес прицілювання може виконуватись або безпосередньо по цілі, або по заздалегідь обраній винесеній точці прицілювання (ВТП). Така ситуація можлива, якщо заздалегідь відомо положення цілі відносно ВТП. Крім того, в обох випадках система управління озброєнням вертольота може працювати в одному з двох основних режимів: безперервно вираховуючи точку пуску або місце влучання засобу ураження. Режим безперервного розрахунку центру розсіювання засобів ураження передбачено також для застосування при стрільбі НАР.

За результатами попередньої розвідки та плану розподілу цілей до бортової ЕОМ перед бойовим вильотом вводять координати цілей та опорних точок або ВТП. З використанням навігаційної системи льотчик виводить вертоліт в район опорної точки, враховуючи данні бортової РЛС та засоби радіотехнічної розвідки. Апаратура системи управління озброєнням починає відлік дальності до ВТП. Одночасно навігаційна система вертольоту переходить у режим автоматичного наведення на ціль. Крім того, на визначеній відстані до опорної точки, розрахованої бортовою ЕОМ, вертоліт виконує розворот у напрямку на ціль.

Шляхом розв'язку системи рівнянь руху ракети, ЕОМ управління озброєнням визначає відповідне положення прицільного перехрестя на індикаторі і за кутами азимуту та нахилу. Льотчик виконує прицілювання шляхом маневрування вертольотом. При суміщенні на планшеті прицільного перехрестя та цілі льотчик виконує пуск ракет. Важливим моментом для прицілювання є вихід у точку введення в кабрування при суворому дотриманні бойового курсу. Для виключення помилок за рахунок відносу ракет за наявності бічного вітру вводиться поправка до значення магнітного курсу для кутів зносу вертольота.

Для подолання недоліків такого підходу щодо застосування НАР та розширення бойових можливостей вертольоту шляхом збільшення максимальної дальності прицільної стрільби необхідно змінити спосіб прицілювання і відмовитись від необхідності дотримуватись візуального контакту з ціллю.

За допомогою програми розрахунку балістичних елементів траєкторії НАР на екрані планшету з'являється мітка центру їх розсіювання. При цьому зазначимо, що метод готових рішень [2, с. 160, 161] не має необхідної гнучкості по відношенню до нових модифікацій ракет і до змін умов стрільби.

На більшості сучасних бойових літальних апаратах встановлено індикатор з можливістю відображення на ньому електронної карти місцевості. На індикаторі, як правило, разом з робочою інформацією відбивається положення самого літального апарата. За умови, що відомі координати цілі, а ЕОМ постійно обчислює центр розсіювання НАР з'являється можливість прицілювання за допомогою екрана індикатора.

В результаті такого підходу до прицілювання з'являється можливість вести прицільну стрільбу з кабрування, що дозволить збільшити дальність прицільної стрільби НАР приблизно в 2...3 рази.

Запропонований підхід базується на використанні адаптованого до вертольоту комплексу "Буаль" [11, с. 3...4], основними складовими якого є [12, с. 6...7]:

Буаль-15PHM – електронний планшет

командира екіпажу з вбудованим програмним забезпеченням, засобами зв'язку; приймально-передавальний модуль сигналів супутникової системи зв'язку IRIDIUM та McWill, що розміщується зовні вертольоту;

АНТ1 та АНТ2 – кутомірні антени, що розміщуються зовні вертольоту, які встановлюються на максимальній відстані один від одного, це може бути у носовий частині та хвостовий, або на фермах (вертольотів типу Ми-8) або на крилі (вертольотів типу Ми-24).

Програмне забезпечення комплексу дозволяє здійснювати режими навігації, прицілювання, маневрування та підвищує безпеку польотів шляхом надання пілоту важливої пілотажно-навігаційної інформації (Рис. 2) про режим роботи вертольоту та поточних умов польоту [12, с. 2].

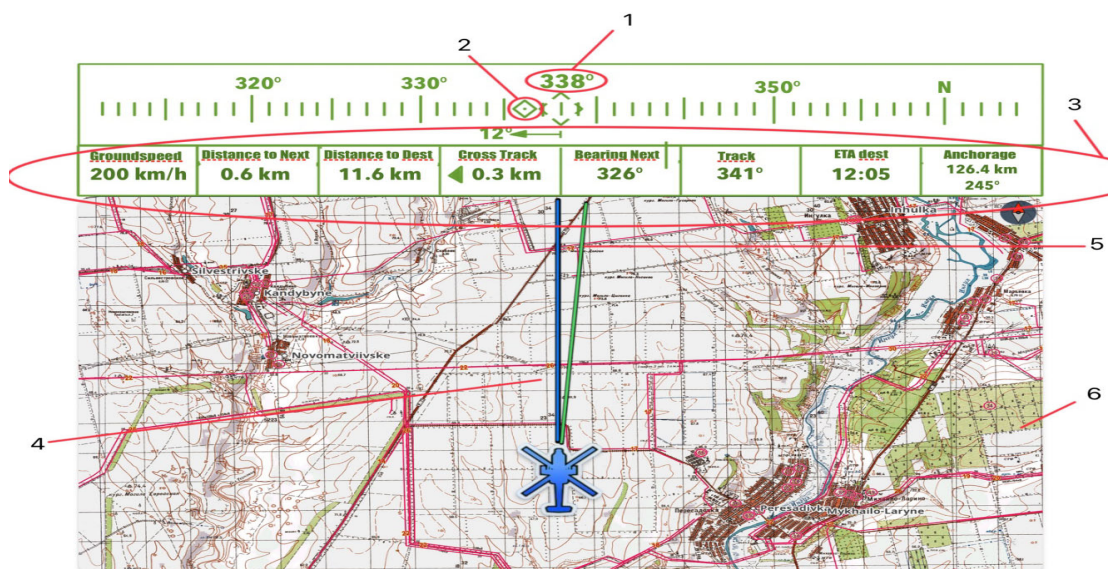


Рис. 2. Можливе відображення інформації в режим навігації

- 1 - фактичний магнітний курс вертольоту; 2 - мітка цілі; 3 - інформаційна панель з можливістю зміни параметрів, що відображаються; 4 - лінія повздовжньої осі вертольоту; 5 - лінія фактичного шляху; 6 - карта з можливістю зміни масштабу (1:500 000, 1:200 000, 1:50 000)

Джерело: [12, с. 3]

В режимі стрільби комплекс "Буаль" забезпечує автоматичне визначення параметрів навігації і прицілювання. На дисплеї відображається така інформація:

- шляхова швидкість;
- висота;
- шкала магнітного курсу вертольоту;
- напрямок на ціль;
- значення фактичного магнітного курсу вертольоту;
- напрямок повздовжньої осі вертольоту;
- різницю між заданим магнітним курсом на ціль та магнітним курсом вертольоту;
- заданий тангаж при кабруванні;

дальність до цілі;
положення літального апарату відносно лінії горизонту.

Відображення інформації в режимі стрільби наведено на Рис. 3.

Крім того, комплекс "Буаль" має високу стійкості до електромагнітних перешкод та інших впливів, що можуть виникнути під час польоту та можливість аварійного вимкнення без втрати даних або порушення роботи інших систем вертольоту.

В комплексі передбачено збереження та резервування даних, які можуть бути використані для оцінки результатів та аналізу бойового застосування.

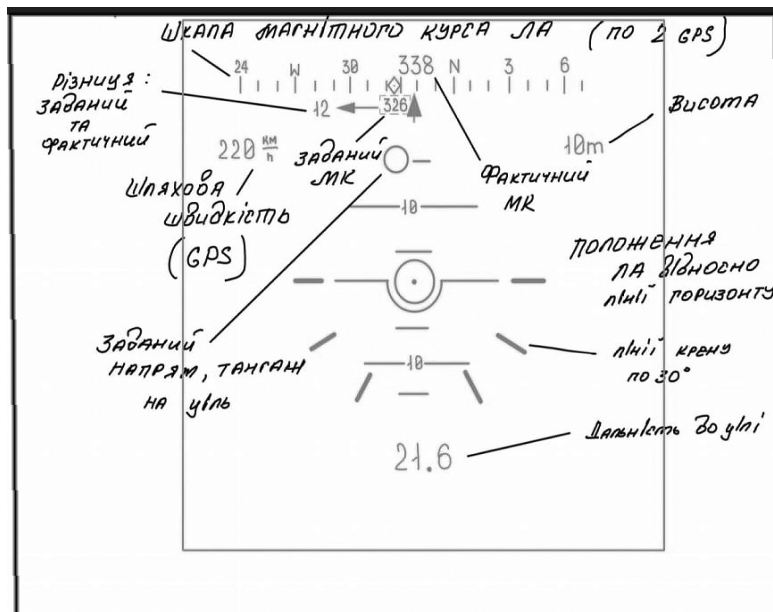


Рис. 3. Режим стрільби. Відображення інформації на дисплеї
Джерело: [12, с. 4]

Висновки

Сучасні умови ведення бойових дій характеризуються значною активністю ППО в зонах потенційних цілей вертольотів армійської авіації, що обумовлює необхідність застосування НАР в режимі кадрування без візуального контакту з ціллю.

У статті обґрунтовано перелік інформації та форму її відображення, яка потрібна для забезпечення виконання ефективного прицілювання під час стрільби НАР в умовах відсутності візуального контакту з ціллю.

Використання прицільно-навігаційної системи вертольоту у відповідності до запропонованого авторами методичного підходу із застосуванням комплексу “Вуаль”, дозволить виконувати стрільбу НАР в умовах відсутності візуального контакту з ціллю.

Напрямом подальших досліджень є узагальнення результатів бойового застосування для аналізу та подальшого удосконалення програмного забезпечення комплексу “Вуаль”.

Список літератури

1. Горелин И.С., Коврижкин О.Г., Королев В.В. Авиационные прицельно-навигационные системы. – К.: КИ ВВС, 1996. – 475с.
2. Пашков В.И., Постников А.Г. Внешняя баллистика авиационных ракет и снарядов. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1989. – 231с.
3. Єрко В.Б., Шатров А.М., Шишанов М.А. Методичний підхід щодо підвищення точності застосування некерованих авіаційних ракет шляхом врахування температури твердопаливних двигунів. *Зб. наук. праць ДНДІА*, вип. 18 (25). – К.: ДНДІА, – 2022. С. 141-146. <http://doi: 10.54858/dndia.2022-18-15>.
4. Р. Приходько. Багатоплатформова ракета Hydra-70. *Military*. Офіційний сайт – [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://www.mil.in.ua/articles>.
5. Пуск НАР с кабрирования. Ми-24В Инструкция экипажу вертолета – 190 с. – URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dcs.world/topic/318114-pusk-nar-s-kabrirovaniya/page/2/>.
6. М.М. Логвиненко, Д.В. Довжук, П.П. Шабанов, О.В. Вабіщевич. Щодо можливих шляхів підвищення ефективності бойового застосування некерованих авіаційних ракет // *Зб. наук. праць ДНДІА*. – К.: 2022. Вип. №18(25). – С. 26-29. <http://doi: 10.54858/dndia.2022-18-15>.
7. В.О. Перескоков, М.М. Логвиненко, Д.В. Довжук. Визначення технічного обрису прицільно-навігаційної системи вертольоту, що дозволяє вести прицільну стрільбу некерованими авіаційними ракетами без візуального контакту з ціллю. *Зб. наук. праць ДНДІА*, вип. №19(26). – К.: 2023. С. 87-88. <http://doi: 10.54858/dndia.2023-19-27>.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964, – 576с.
9. Неуправляемая авиационная ракета С-8КОМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации Эд7-290-00ТО-ТУ, 1987. – 42 с.
10. Башинський В.Г., Телевний І.В., Нікітченко В.І. Методичний підхід щодо визначення величини збитку військам противника штурмовою авіацією з урахуванням ефективності застосування авіаційних засобів ураження. *Зб. наук. праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2019. Вип. № 2. с. 26 - 32. DOI: 10.37701/dndivsovt.2.2019.04.

11. Програмно-апаратний комплекс (ПАК) “Буаль-15 ППО-А”. Офіційний сайт. – URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aviarm.com/ua>, <https://aviarm.com.ua/pages/produkt3.html>.
12. О.Дорошенко, В.Великоречін. Основні тактико-технічні характеристики. Навігаційно-обчислювальний комплекс (НОК) забезпечення прицільно-навігаційних завдань для літальних апаратів (вертольотів), створеного на базі НОК Буаль-15ППО М1 (модифікація 06) ТОВ “АВІАРМ”. АВІАРМ – перелік розробок. Офіційний сайт. – URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aviarm.com.ua>.

Надійшла до редколегії 30.10.2024

Схвалена до друку 07.12.2024

Відомості про авторів

Перескоков Володимир Олексійович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0426-4674>

Корень Андрій Васильович

науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0009-0007-7651-8104>

Вабішевич Олена Валентинівна

науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3286-4140>

Information about the authors

Volodymyr Pereskokov

Senior Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0426-4674>

Andrii Koren

Research Associate
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-7651-8104>

Olena Vabishchevych

Research Associate
State Research Aviation Institute,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3286-4140>

METHODICAL APPROACH TO PROCESS ORGANIZATION AIMING WITH UNGUIDED AVIATION MISSILES WITHOUT VISUAL CONTACT WITH THE TARGET

V.Pereskokov, A.Koren, O.Vabishchevych

The article examines the process of aiming when firing unguided aerial missiles from camber without visual contact with the target.

It is shown that in order to increase the accuracy of shooting when flying at low altitudes, it is necessary to consider two main directions: observing the flight regime during the execution of complex elements of piloting helicopters for attacks on ground targets from the camber and the simultaneous integrated use of improved on-board targeting and navigation systems and their components.

Ways of using options for the combat use of unguided air missiles are proposed:

application of on-board sighting and navigation systems and their components, which provide positioning and angular determination in space according to GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou satellite systems with simultaneous processing of signals in two frequency ranges;

reproduction of the terrain map image with the display of the target point and the calculated scattering center point on the screen, taking into account the position in space and the evolutions of the helicopter, which will allow aiming fire from camber at low altitudes with a simultaneous increase in the range of aimed fire.

For the first time, the list of information and the form of its display has been determined, which simplifies the aiming process, which allows to achieve an increase in the effectiveness of damage when firing unguided air missiles in the absence of visual contact with the target. Aiming will be carried out by combining the marks of the target and the point of fall of the missile on the screen of the electronic tablet or on the windshield of the helicopter cockpit.

The direction of further research is the generalization of the results of combat application for the analysis and further improvement of the software product.

Keywords: unguided air missiles, target, sighting and navigation system, target firing range.