

Хижняк А. С., Вергасов А. О., Маховський А. О., Березицький Д. О., Закладний В. О.

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ КЛАСУ "ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ" МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ДІЇ

Анотація. В роботі проведений загальний аналіз розвитку авіаційних керованих ракет класу "повітря-повітря" малої дальності дії. Визначено основні етапи еволюції цього виду зброї – від перших теплових ракет до сучасних високотехнологічних систем. Проаналізовано ключові тенденції розвитку – на протязі усього часу існування такого роду зброї де спостерігалось покращання характеристик та впровадження новітніх технологій. Результати дослідження дозволяють сформулювати узагальнене уявлення про тенденції розвитку ракет малої дальності дії та окреслити напрями їх подальшого розвитку.

Ключові слова: боєприпаси, авіаційна керована ракета, клас "повітря-повітря", мала дальність, засіб ураження.

Annotation. In this paper, a general analysis of the development of short-range air-to-air guided missiles is presented. The main stages in the evolution of this type of weapon are identified – from the first heat-seeking missiles to modern high-tech systems. The key development trends are analyzed – throughout the existence of this class of weapons, improvements in performance characteristics and the introduction of advanced technologies have been observed. The results of the study make it possible to form a generalized understanding of the development trends of short-range missiles and to outline directions for their further advancement.

Keywords: ammunition, aircraft guided missile, air-to-air class, short range, means of destruction.

Авіаційні керовані ракети класу "повітря-повітря" малої дальності дії стали невід'ємною частиною систем озброєння сучасних бойових літаків. Їхнє основне призначення – ураження повітряних цілей у межах візуальної видимості. З моменту появи перших зразків у 1950-х роках і до сьогодні цей клас пройшов складний шлях розвитку, який охоплює вдосконалення аеродинамічних схем, систем наведення, двигунів та бойових частин з метою покращення їх характеристик [1].

Метою даної роботи є аналіз основних етапів розвитку характеристик авіаційних керованих ракет класу "повітря-повітря" малої дальності дії, виявлення ключових тенденцій і факторів, що вплинули на підвищення їх ефективності в бойових умовах.

На основі аналізу розвитку характеристик авіаційних керованих ракет класу "повітря-повітря" малої дальності дії, виявленні їх основні тенденції, що вплинули на підвищення ефективності бойового застосування ракет та означені основні чотири етапи їх розвитку. Ці етапи можливо описати таким чином:

1. Початковий етап розвитку (1950–1960-ті роки).

Перші ракети класу "повітря-повітря" малої дальності дії розроблялися у період становлення реактивної авіації, коли виникла потреба у зброї ближнього бою, здатній ефективно уражати швидкі та маневрові цілі. Класичним представником є ракета AIM-9B Sidewinder, розроблена у США на базі досліджень що проводилися у 1949–1953 рр. [2]. Вона мала інфрачервону головку самонаведення (ГСН), що реагувала на теплове випромінювання двигуна повітряного судна противника, та забезпечувала пуск лише з задньої півсфери.

Подібні розробки велися і в інших країнах: радянські К-13 (Р-3С), британські Firestreak, французькі R.511. Вони мали схожу архітектуру – інфрачервона ГСН, пасивна система наведення, обмежена дальність (4–5 км) і переважання в автономному польоті до 10–12 г [3].

На цьому етапі головним завданням було забезпечити надійність пуску та точність наведення хоча б у межах вузького сектора, а також мінімізацію габаритів для можливого розміщення на винищувачах першого покоління.

2. Етап підвищення ефективності та маневреності (1970–1980-ті роки).

Подальший розвиток ракет передбачав: збільшенні кута пуску, маневреності, завадостійкості. У цей період з'явилися модифікації типу AIM-9L/M, що отримали всеракурсну головку самонаведення (all-aspect), яка дозволяла атакувати ціль з будь-якого напрямку – навіть у передню півсферу [4].

Суттєві зміни торкнулися і систем керування. Вперше було реалізовано аеродинамічні поверхні з приводами, які дозволяли здійснювати активне маневрування ракети на траєкторії. Важливим кроком стало впровадження системи охолодження ІЧ-приймача, що підвищило його чутливість тим самим збільшило дальність захоплення.

Також у цей час створюється ракета Р-60 (К-60) – компактна, надзвичайно маневрена, здатна маневрувати з перевантаженнями біля 20 g, а згодом – її модернізований (покращений) варіант Р- 60М [5].

Паралельно розроблялись системи для інтеграції ракети з нашоломними прицільними комплексами (НПК) – пілот міг наводити ракету поворотом голови льотчика на ціль, що значно скоротило час реакції. Цей етап започаткував концепцію "high off-boresight launch" – пуск із великим відхиленням від осі літака.

У цей час створено Р-73 – першу серійну ракету з великим сектором пуску (до $\pm 60^\circ$) та високою маневреністю, що визначило новий стандарт для цього класу [7].

3. Етап цифровізації та підвищення точності (1990–2000-ті роки).

Третій етап розвитку характеризується впровадженням цифрових систем керування, мультиспектральних сенсорів та високотемпературних матеріалів. У цей період відбувається перехід від аналогових блоків наведення до програмно-керованих процесорів.

Прикладом є ракета ASRAAM, створена компанією MBDA UK Ltd, що стала однією з найманевреніших у світі. Вона має сенсор з роздільністю понад 128×128 пікселів, дальність ефективного пуску до 25 км і перевантаження понад 40 g [6]. Завдяки системі LOAL (lock-on after launch) ракета здатна захоплювати ціль уже після старту, що забезпечує гнучкість при стрільбі з будь-якого положення носія.

У США аналогічну концепцію реалізовано у AIM-9X, яка отримала векторну тягу двигуна для надманевреності та двонаправлений канал передачі даних (*datalink*) між ракетою і носієм. Це дозволило здійснювати корекцію траєкторії у польоті, підвищуючи ймовірність ураження цілі.

4. Сучасний етап розвитку (2010–2020-ті роки).

Сучасні ракети малої дальності поєднують високоточні інфрачервоні сенсори з можливістю обробки зображення у реальному часі, адаптивні системи наведення та модульні бойові частини. Розробники орієнтуються на універсальність: застосування не лише з літаків, але й з наземних або корабельних платформ.

Європейська програма PESCO FSRM (Future Short Range Air-to-Air Missile), що реалізується консорціумом MBDA, передбачає створення ракети нового покоління, здатної ефективно діяти проти малопомітних літаків і безпілотників [8].

Сучасні тенденції також включають інтеграцію з мережево-центричними системами управління боєм, обмін даними між пілотами і ракетами у режимі реального часу, а також використання алгоритмів штучного інтелекту для підвищення автономності наведення.

Важливою тенденцією є і модифікація ракет під потреби протидії БПЛА. Так, у 2025 р. британські та українські інженери адаптували ASRAAM для наземного застосування у системі Raven, яка забезпечує ефективне ураження безпілотників та крилатих ракет на малих висотах [9].

У найближчі роки очікується подальше покращення характеристик таких як дальність захоплення та ураження, швидкість на автономній ділянці польоту ракети, а також вдосконалення сенсорних систем – інтеграція інфрачервоного, ультрафіолетового та радіолокаційного каналів у єдину ГСН для підвищення надійності в умовах складної електронної боротьби.

Зважаючи на вище зазначене, можливо стверджувати що:

1. Розвиток ракет такого класу відбувався у умовні чотири ключові етапи: становлення (1950– 1960-ті), удосконалення маневреності (1970–1980-ті), цифровізація (1990–2000-ті) та інтелектуалізація (2010–2020-ті).

2. Значущими характеристиками які покращувалися на протязі усього часу існування такого роду зброї стали дальність і кути захоплення та ураження цілі, швидкість польоту та нормальне перевантаження під час пуску і при автономному польоті ракети до цілі.

3. Основними напрямками підвищення ефективності стали: збільшення кутів пуску, удосконалення систем наведення, підвищення маневреності за рахунок "векторування" тяги, а також впровадження програмно-керованих систем управління.

4. Сучасні авіаційні керовані ракети класу "повітря-повітря" малої дальності дії набувають універсальності – застосовуються як повітряні, так і наземні системи перехоплення, втому числі у протидії безпілотним засобам.

5. Подальший розвиток пов'язаний із переходом до багатоспектральних головок самонаведення, адаптивних систем штучного інтелекту та повною інтеграцією у мережево-центричні середовища повітряного бою.

Список використаних джерел:

1. Результати аналізу ретроспективи розвитку авіаційних керованих ракет класу «повітря– повітря» малої дальності дії // Системи обробки інформації : збірник наукових праць. – Харків :ХНУПС, 2015. – Вип. 11(136). – С. 39–44.
2. The Sidewinder Story – The Evolution of the AIM-9 Missile. Australian Air Power Analysis Centre [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ausairpower.net/TE->

Sidewinder-94.html (дата звернення: 30.10.2025).

3. AIM-9 Sidewinder Fact Sheet. U.S. Air Force Armament Directorate [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104561/aim-9-sidewinder> (дата звернення: 30.10.2025).

4. Advanced Short Range Air-to-Air Missile (ASRAAM). Think Defence, 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.thinkdefence.co.uk/2022/11/advanced-short-range-air-to-air-missile-asraam> (дата звернення: 30.10.2025).

5. ASRAAM – Product Information. MBDA UK Ltd [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mbda-systems.com/products/air-dominance/asraam> (дата звернення: 30.10.2025).

6. Short-Range Missile Evolution and Future Trends. Air Force Technology, 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.airforce-technology.com/features/short-range-air-to-air-missile-evolution> (дата звернення: 30.10.2025).

7. P-73 (AA-11 Archer) Technical Overview. Russian Aviation Review [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://russianplanes.net/r-73-archer> (дата звернення: 30.10.2025).

8. Future Short Range Air-to-Air Missile (FSRM). PESCO – Permanent Structured Cooperation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pesco.europa.eu/project/future-short-range-air-to-air-missile-fsrm> (дата звернення: 30.10.2025).

9. Raven: Ukraine's ASRAAM Air Defence System. Armourers Bench, 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://armourersbench.com/2025/05/11/raven-ukraines-asraam-launching-air-defence-system> (дата звернення: 30.10.2025).

Хижняк Андрій Сергійович – доцент кафедри комплексів авіаційного озброєння інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, e-mail: a09727947@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9122-7793>.

Вергасов Андрій Олегович, – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, email: vergasovandrey2003@gmail.com.

Маховський Андрій Олександрович, – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, email: fokatefolvb@gmail.com.

Береziцький Данило Олегович, – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, email: limonadikban@gmail.com.

Закладний Владислав Олексійович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, email: zakladnojvlalislav@gmail.com.

Khyzhniak Andrii, Associate Professor of the Department of Aviation Weapons Complexes, Faculty of Aviation Engineering, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ID: 61023, e-mail: a09727947@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9122-7793>.

Verhasov Andrii, – student of the Department of Aviation Engineering Faculty of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023 email: vergasovandrey2003@gmail.com.

Makhovskiy Andrii, – student of the Department of Aviation Engineering Faculty of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023 email: fokatefolvb@gmail.com.

Berezitskyi Danylo, – cadet of the Department of Aviation Engineering Faculty of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023 email: limonadikban@gmail.com.

Zakladnyi Vladyslav – cadet of the Department of Aviation Engineering Faculty of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023 email: zakladnojvlalislav@gmail.com.