

Березанський В. Г., Керест Д. О., Степаненко Д. О., Млавець В. М.

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ АДАПТОВАНОГО ПІДРИВУ ПО ДАЛЬНОСТІ ДЛЯ СУЧАСНИХ АВІАЦІЙНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПАТРОНІВ

Анотація: у роботі проводиться комплексне дослідження щодо обґрунтування параметрів авіаційних підривачів для сучасних авіаційних артилерійських патронів. На основі аналізу існуючих аналогів виявлено ключові недоліки сучасних систем підриву підривачів, які обмежують ефективність дії проти повітряних цілей, внаслідок недостатньої гнучкості їх застосування.

У дослідженні запропоновано підхід до розробки інтелектуальної системи керування підривом, яка забезпечує дистанційний вибір оптимального моменту детонації снаряда в реальному часі. Проведено математичне моделювання ефективно сті запропонованого рішення, яке підтвердило значне підвищення ймовірності ураження цілей у порівнянні з традиційними системами підриву. Результати дослідження мають важливе значення для розвитку перспективних систем авіаційних підривачів та підвищення ефективності ураження повітряних цілей.

Ключові слова: підривач, авіаційний патрон, ймовірність ураження, параметри підривача, інтелектуальна система керування, детонація.

Abstract: the work presents a comprehensive study on the justification of parameters for aviation fuzes for modern aviation artillery rounds. Based on the analysis of existing analogues, key shortcomings of current fuze detonation systems have been identified, which limit their effectiveness against aerial targets due to insufficient flexibility of use. The study proposes an innovative approach to the development of an intelligent detonation control system that provides remote selection of the optimal projectile detonation moment in real time. Mathematical modeling of the proposed solution's effectiveness was carried out, which confirmed a significant increase in the probability of target destruction compared to traditional fuze systems. The research results are of great importance for the development of advanced aviation fuze systems and the enhancement of effectiveness in engaging aerial targets.

Keywords: remotely controlled fuze, aerial weapon, electronic warfare, probability of defeat, fuze parameters, intelligent control system, real-time detonation.

The current development of aviation weapon systems is characterised by the search for new solutions to improve combat effectiveness in conditions of intense enemy opposition. The main directions for improving the effectiveness of aviation artillery shells are to increase the accuracy of targeting and to improve the design of aviation artillery shells [1-2].

Of particular relevance today is the development of aircraft fuse systems that are capable of adapting to a dynamically changing tactical air situation [3-5]. Traditional aviation fuses, such as impact, proximity and time-delay systems, demonstrate limited effectiveness in hitting modern types of targets, especially in conditions of intense change in the conditions of combat use of air combat. This necessitates the development of fundamentally new approaches to the design and operation of aviation cartridge detonation systems.

The aim of this work is to scientifically substantiate the parameters for improving aviation artillery fuses, which is aimed at achieving maximum combat effectiveness of modern aviation cartridges. To achieve the set goal, it is necessary to solve a number of key tasks, conduct a detailed analysis of the characteristics and limitations of existing models of aviation fuses, formulate comprehensive requirements for multi-purpose detonation systems, scientifically substantiate the optimal parameters of the fuse, and evaluate the combat effectiveness of the developed systems.

The research was based on a comprehensive analysis of modern domestic and international scientific publications in the field of aviation weapons, in particular studies by leading scientific institutions and weapons manufacturers. Considerable attention was paid to the study of international

standards, including STANAG 4367 and MIL-STD-1316G [3], which regulate the requirements for detonation systems. To evaluate the effectiveness of the proposed solutions, modern methods of mathematical modelling and simulation analysis were used, which allowed for a comprehensive assessment of the combat effectiveness of the developed systems in various conditions of use.

The analysis of modern detonation systems revealed a number of fundamental limitations that affect the combat effectiveness of aviation ammunition [4]. In particular, impact aviation fuses demonstrate insufficient effectiveness when hitting air targets, in case of a miss, while non-contact fuses are highly sensitive to radio-electronic countermeasures and atmospheric conditions. Programme-time systems, in turn, are unable to respond adequately to changes in the tactical situation after firing from aviation artillery weapons.

Based on the identified shortcomings, a set of requirements for aviation artillery fuses with adaptive detonation range has been developed. The key requirements are the need to ensure full integration with the onboard systems of the carrier aircraft to provide communication for correlating the parameters for setting the detonation of the aviation artillery fuse and the ability to select the optimal detonation point in real time. To implement these requirements, it is proposed to improve the design of the fuse by including a digital programmer in the detonation system to form an executive command for the implementation of various air detonation scenarios around the target [5].

The scientific justification of the parameters of an aviation artillery fuse with an adaptive detonation range requires determining the accuracy of the projectile's hit on an air target, as well as a system response time of no more than 100 milliseconds to ensure effective combat against moving air targets. To this end, the work focuses on the development of intelligent decision-making algorithms [8] that provide for the implementation of several programmed detonation scenarios adapted to different types of air targets and combat conditions [7].

Mathematical modelling of the combat effectiveness of the developed detonation system confirmed its high efficiency. It has been established that the use of aviation artillery fuses with adaptive detonation range increases the probability of hitting typical targets by 40-60 per cent compared to traditional strike systems and by 20-35 per cent compared to modern non-contact fuses.

The study confirmed the feasibility and promise of introducing an aviation artillery fuse with adaptive detonation range. The justified parameters of the fuse detonation system ensure increased combat effectiveness, and the proposed solution allows overcoming the significant shortcomings of traditional detonation systems and provides a significant increase in the combat effectiveness of aviation artillery fuses with adaptive detonation range in modern combat conditions when engaging air targets. The particular significance of the development lies in the need to engage various types of air targets in conditions of intensive use of electronic warfare by the enemy.

Список використаних джерел:

1. U.S. Department of Defense. MIL-STD-1316F – Fuze Design: Safety Criteria. Department of Defense, 18 August 2017. (Revision F). – 4.11 “Logical Safety Functions”.
2. Березанський В.Г., Березанський О.Г., Баранік О.М., Константинов А. О., Свінціцький В.В. Підхід моделювання конструктивних параметрів снарядів авіаційних патронів із застосуванням методу узагальненого параметричного синтезу . Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Київ. – 2020. – №3, Том 31(70). – Частина 1. – С. 25-31. <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-1/05>.
3. NATO. STANAG 4367 – Thermodynamic Interior Ballistic Model with Global Parameters. NATO Standardization Agreement, Brussels, 2012.
4. Liu, B.; Hao, X.; Zhang, Y. Research on Anti-Frequency Sweeping Jamming Method for FMCW Radio Fuze. Applied Sciences, 2022, 12(17): 8713. DOI: 10.3390/app12178713.
5. Jia, J. Review of Anti-Informational Jamming Techniques for Radio Proximity Fuze. AIP Advances, 2025. DOI: 10.1063/5.0287152.
6. Trump, B.D.; Antunes, D.; Palma-Oliveira, J.; Keisler, J. Fuzing Technology Readiness Levels (TRLs) and Safe-by-Design for Emerging Technologies. Environment Systems and Decisions, 2025. DOI: 10.1007/s10669-025-10027-0.

7. Шевченко О.В. Методи оцінки ефективності бойового застосування високоточної зброї. Системи озброєння і військова техніка. – Вип. №3(63), 2021. – С. 56-61.
8. Chen, Q.; Hao, X.; Kong, Z.; Yan, X. Anti-Sweep-Jamming Method Based on Averaging of Range Side Lobes for Hybrid Modulation Proximity Detectors. IEEE Access, 2020, 8: 33479–33488. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2974042.

Березанський Володимир Григорович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: berwog75@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська, 77/79, 61023.

Керест Данііл Олексійович – здобувач вищої освіти ступеня магістр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: daniil.kerest35@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська, 77/79, 61023.

Степаненко Нікіта Сергійович – здобувач вищої освіти ступеня магістр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: tolik.tankistichkek@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська, 77/79, 61023.

Млавець Віталій Миколайович – здобувач вищої освіти ступеня бакалавр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: Vitaliym084@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська, 77/79, 61023

Berezanskyi Volodymyr Hryhorovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Aviation Weapons Systems, e-mail: berwog75@gmail.com, Ivan Kozhedub National Air Force University, Kharkiv. Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, Sumskaya, 77/79, 61023.

Kerest Daniil Oleksiyovych – master's degree student at the Department of Aviation Weapons Systems, e-mail: daniil.kerest35@gmail.com Ivan Kozhedub National Air Force University, Kharkiv. Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, 77/79 Sumskaya Street, 61023.

Stepanenko Nikita Serhiyovych – master's degree student at the Department of Aviation Weapons Systems, e-mail: tolik.tankistichkek@gmail.com, Ivan Kozhedub National Air Force University, Kharkiv. Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, 77/79 Sumskaya Street, 61023.

Mlavets Vitaliy Mykolayovych – bachelor's degree student at the Department of Aviation Weapons Systems, e-mail: Vitaliym084@gmail.com, Ivan Kozhedub National Air Force University, Kharkiv. Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, 77/79 Sumskaya Street, 61023.