

УДК 629.12.011.001.24

ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ВРАЖЕННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РАДІУСУ ВИКРИТТЯ НАДВОДНОГО ДРОНУ-КАМІКАДЗЕ

Соломенцев О. І.,

доктор технічних наук, професор НУК

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуто визначення ймовірності враження в залежності від радіусу викриття надводного дрону - камікадзе з метою подальшого визначення коефіцієнту бойової стійкості.

Ключові слова: надводний дрон - камікадзе, показник ефективності, ймовірність враження

Вступна частина. У доповіді [1] розглянуте визначення показника ефективності дрону - камікадзе за допомогою коефіцієнтів використання, у тому числі і коефіцієнта бойової стійкості. Для визначення цього коефіцієнту разом із ймовірностями враження та радіусом враження при використанні супротивником радіолокаційних [2] та оптично-електронних засобів [3] необхідно знайти ймовірність враження в залежності від часу перебування під вогнем супротивника. А цей час, у свою чергу, залежить від радіусу викриття R_{BK} , [1], Пошук ймовірності враження і є темою даної доповіді.

Мета роботи. Метою даної роботи є пошук шляхів визначення ймовірності враження дрону - камікадзе в залежності від радіусу викриття R_{BK} з метою подальшого визначення залежності коефіцієнту бойової стійкості від вектора технічних елементів дрону $\bar{X}$.

Основна частина. Якщо дрон-камікадзе, що наближається до корабля противника, викрито, то відразу відкривається вогонь на його враження. Основним засобом боротьби з такими дронами є малокаліберна артилерія.

Починаючи з 1970-х р.р., головним призначенням малокаліберної корабельної артилерії була є залишається боротьба із засобами повітряного нападу супротивника, в першу чергу - із крилатими ракетами. В Росії з цією метою використовуються 30 мм артилерійські комплекси АК-630, АК-630М «Дуэт», АК-306, АК-230 виробництва Тульського механічного заводу. Аналогічні артилерійські системи є на озброєнні і інших флотів. Ці системи спрямовані в першу чергу протиповітряних цілей. Використання їх проти морських цілей можливе, але є менш ефективним. Тому в країнах НАТО розроблені і такі малокаліберні артилерійські системи, які спрямовані насамперед проти малорозмірних швидкісних морських цілей. Але у РФ немає малокаліберних артилерійських систем, зорієнтованих спеціально на морські цілі. Тому головним супротивником українських морських дронів будуть перелічені раніше артилерійські системи.

Отже, необхідно, знаючи радіус викриття дрону супротивником R_{BK} та час перебування дрону під вогнем супротивника t_{BP} , необхідно з урахуванням особливостей бойового застосування російських малокаліберних артилерійських систем знайти ймовірність враження P_{BP} в залежності від характеристик дрону та дальності першого пострілу $R_C = R_{BK} - vt_3 \leq R_{AK}$. Тут v - швидкість дрону, t_3 - час затримки, [1], та R_{AK} - максимальна дальність дії артилерійського комплексу супротивника. Тоді, якщо корабель супротивника атакований одним дроном, для ймовірності $P_{BP} = P_{BP}^{(1)}$ маємо, [4]:

$$P_{BP}^{(1)} = P_{BP}^{(1)}(R_C) = 1 - \prod_{i=1}^{n_C(t_{BP})} \left[1 - \frac{p(\bar{X}, R_C)}{\tilde{\omega}_{DP}(\bar{X})} \right] \approx 1 - \exp \left[- \frac{n_C(t_{BP}) p(\bar{X}, R_C)}{\tilde{\omega}_{DP}(\bar{X})} \right], \quad (1)$$

де $p = p(\bar{X}, R_C)$ - ймовірність враження одиничного дрону одним пострілом як функція вектора характеристик дрону $\bar{X}$ та дальності першого пострілу R_C ;

$\tilde{\omega}_{DP}$ - середня кількість попадань, необхідних для зупинки дрону, що залежить від вектору характеристик дрону $\bar{X}$;

$n_C = n_{\bar{C}} n_{C_C}$ - кількість випущених по дрону снарядів, $n_{\bar{C}}$ - кількість черг та n_{C_C} - кількість снарядів у черзі, при цьому $n_C = n_C(t_{BP})$

Якщо ж корабель супротивника атакований N дронами, то тоді буде, [5]:

$$P_C = \sum_{k=0}^N C_N^k (P_{BP}^{(1)})^k (1 - P_{BP}^{(1)})^{N-k};$$

$$C_N^k = \frac{N!}{k!(N-k)!}, \quad 0 \leq k \leq N; \quad C_N^k = 0, \quad 0 \leq N \leq k.$$

При визначенні ймовірності враження дрону одним пострілом $p = p(R_{BK})$ ціль апроксимується колом радіусу $R_{\bar{C}}, R_{\bar{C}} = R_{\bar{C}}(\bar{X})$. Тоді знаходимо, [4]:

$$p = 1 - \exp \left[- \frac{R_{\bar{C}}^2(\bar{X})}{2\sigma_K^2(R_C)} \right],$$

де $\sigma_K = \sigma_K(R_C)$ - лінійний радіус розсіювання по колу, що залежить від дистанції стрільби.

Закономірності, що визначають залежності $n_C = n_C(t_{BP})$ та $\sigma_K = \sigma_K(R_C)$, наступні, [6]. Так, для артилерійської установки АК-630 звичайним режимом є 4-5 черг по 20-25 пострілів з максимальної дальності (у цьому випадку для надводних цілей $R_{AK} = 5000$ м) із перервами 3-5 с після кожної черги. Коли дрон приходить на дистанцію найбільш ефективного враження (а це 500-1000 м), ведеться безперервний вогонь (максимальна дозволена черга складає до 400 пострілів, далі потрібна перерва 5-10 с з метою охолодження стволів). Скорострільність складає 4000 пострілів на хвилину. Після 8000 пострілів треба міняти ствол, бо падає початкова швидкість снарядів. Приблизно для АК-630 можна приймати, що

$$\sigma_K(R_C) = \infty, \quad R_C < R_0; \quad \sigma_K(R_C) = \sigma_{K0} = 1 \text{ м}, \quad 100 \text{ м} < R_C < 1000 \text{ м};$$

$$\sigma_K(R_C) = \frac{1000\sigma_{K0}}{5000 - R_C}, \quad 1000 \text{ м} < R_C < 5000 \text{ м}.$$

Таким чином, при дистанції стрільби, меншій за $R_0 = 100$ м та більшій за $R_{AK} = 5000$ м, виходить так, що або неможливо стріляти, або неможливо влучити. Тому в обох випадках приймається $\sigma_K \rightarrow \infty$, чому відповідає $p = 0$. А на дистанції ефективного стрільби від 100 м до 1000 м лінійний радіус розсіювання по колу мінімальний та для установки АК-630 дорівнює 1 м, [4].

Аналогічні закономірності мають місце і для інших подібних систем, [6].

Для застосування залежності (1) залишилось знайти параметр $\tilde{\omega}_{DP} = \tilde{\omega}_{DP}(\bar{X})$, що визначає живучість дрону. Це питання у подробицях має бути розглянуте окремо, а в рамках цієї доповіді ми обмежимося тільки кількома зауваженнями та вкажемо відповідні джерела.

Під час розрахунків живучості дрону доцільно прийняти за основу ті ж підходи, що й у розрахунках живучості літаків, [7,8]. Тут необхідно виявити критичні зони дрону, влучення в які можуть привести до його потоплення, або вимушеної зупинки, або відхилення від бойового курсу. Виявивши площі зазначених зон, необхідно, використовуючи відомі залежності теорії стрільби, знайти ймовірності влучання саме в ці зони, [9,10]. Разом із прямими влучаннями, слід також розглянути наслідки можливого враження дрону осколками.

Висновки. 1. У доповіді отримано комплекс аналітичних залежностей, що дозволяють визначити ймовірність враження дрону-камікадзе скорострільною малокаліберною артилерією в залежності від можливого часу ведення вогню. Описана динаміка стрільби артилерійської установки АК-630, що є на озброєнні надводних кораблів РФ. 2. Додатково необхідно визначити середню кількість попадань, необхідних для зупинки дрону. Це питання має бути розглянуте у подальшому окремо.

Література

1. Соломенцев, О.І. Визначення показника бойової ефективності дрону -камікадзе. Див текст доповіді у цьому збірнику, стор.
2. Соломенцев, О.І. Визначення ймовірності викриття та радіусу викриття дрону-камікадзе при використанні радіолокації. Див текст доповіді у цьому збірнику, стор.
3. Соломенцев, О.І. Визначення ймовірності викриття та радіусу викриття дрону-камікадзе при використанні оптично-електронних засобів. Див текст доповіді у цьому збірнику, стор.
4. Жуков, А.В. Об эффективности корабельных артиллерийских установок при отражении противокорабельных ракет. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2015.- Вып. 2.- с. 198-205
5. Богданова, Л.А. Методические аспекты защищенности боевых машин. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2019.- Вып. 4.- с. 194-205
6. Мельников, П.Н. Алгоритм ведения стрельбы в артиллерийском зенитном комплексе. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2023.- Вып. 3.- с. 451-456
7. Lillis, J.A. Analysis of the Applicability of Aircraft Vulnerability Assessment and Reduction Techniques to Small Surface Craft. Master's Thesis- Naval Postgraduate School.- Monterey, 2002.- 80 p.
8. Неупокоев, Ф.К. Стрельба зенитными ракетами [Текст] /Ф.К. Неупокоев // М.: Воениздат, 1991.- 343 с.
9. Kwang Sik Kim, Jang Hyun Lee. Simplified Vulnerability Assessment Procedure for a Warship Based on the Vulnerable Area Approach. Journal of Mechanical Science and Technology, 2012.- Vol. 26.- № 7.- 11 p.
10. Kwang Sik Kim, Se Yun Hwan, Jang Hyun Lee Naval Ship Survivability Assessment by the Probabilistic Density Functions. Journal of Computational Design and Engineering, 2014.- Vol. 1.- № 4.- p. 266-271

To determining of the probability of killing of the surface drone-kamikaze as a function of the detection range

Solomentsev O. I.

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Was learned the determining of the probability of killing or stopping of the surface drone-kamikaze as a function of the detection range.. Aim of learning was correct determination of the utility coefficient, witch was used as a measure of efficiency of the surface drone kamikaze.

Key words: surface drone kamikaze, measure of efficiency, probability of killing (stopping)