

В. П. Городнов¹
 В.В. Овчаренко²
 Д.О. Сізон¹
 І.В. Кірієнко¹
 Н.Є. Сальна¹

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗ РЕЗУЛЬТАТІВ УРАЖЕННЯ БАГАТОЕЛЕМЕНТНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЕННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

¹Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
²Київський інститут Національної гвардії України

Анотація Мета дослідження полягала у розробці аналітичної моделі для оперативного прогнозу очікуваних результатів ураження боєприпасами супротивника багато елементних зразків ОВТ за ступенями ураження, що необхідно для планування та управління експлуатацією військової техніки. Для досягнення мети використовувалася авторська технологія розробки моделей, яка дозволила побудувати модель поразки у класі Марківських процесів з безперервним аргументом (вражаючим зарядом) та дискретними станами, що вперше забезпечило можливість прогнозування результатів пошкодження елементів ОВТ з нульовим довірчим інтервалом та одиначною довірчою ймовірністю.

Ключові слова: моделювання, багато елементні зразки ОВТ, ступені поразки.

У ході планування та експлуатації озброєння та військової техніки (ОВТ) суттєве місце займає прогнозування результатів її ураження та можливості щодо її відновлення залежно від ступеня пошкодження елементів ОВТ, а саме – немає пошкодження, слабкий, середній, сильний ступінь пошкодження, повне руйнування.

Метою дослідження є розробка аналітичної моделі, яка дозволяє в реальному масштабі часу планування та управління експлуатацією зразків ОВТ, з нульовим довірчим інтервалом та одиначною довірчою ймовірністю, визначати очікуваний ступінь пошкодження зразків ОВТ залежно від умов ураження, що необхідно для планування та організації відновлення ОВТ.

Для досягнення поставленої мети використано авторську технологію [1] розробки моделей, яка дозволила, в описі процесу ураження, відмовитися від використання фактора часу (моментів) підриву боєприпасів, який є «пасивною» величиною, що фіксує лише моменти настання руйнувань та відповідного ступеня пошкодження.

Відповідно до згаданої технології вдалося встановити той факт, що ступінь пошкодження елементів ОВТ визначається не моментами підриву боєприпасів, а величиною вражаючого заряду q і відстанню до точки підриву r , і залежить від (коефіцієнта K) стійкості елементів зразка ОВТ до вражаючих факторів вибуху боєприпасів. При розробці моделі враховані найбільш суттєві взаємозв'язки параметрів процесу ураження: щільність розподілу випадкової величини промаху r , яка описується законом Релея $f(r) = r\sigma^{-2} \cdot \exp(-r^2(2\sigma^2)^{-1})$; залежність радіуса ураження r [м] при вибуху боєприпаса від ваги q [кг] вибухової речовини, яка для вибуху біля поверхні землі, описується за формулою Садовського [2] $r = (K \cdot q)^{0.5}$. На першому кроці розглянуто лише перехід елементів із стану «немає пошкоджень» у стан «слабких пошкоджень». У цьому випадку закон розподілу $f(q)$ вражаючого заряду q можна знайти як закон розподілу функції випадкової величини r з параметром λ_1 :

$$f(q) = f(r) \cdot |r'(q)| = \frac{K}{2\sigma^2} \cdot \exp\left(\frac{-K}{2\sigma^2} \cdot q\right) = \lambda_1 \cdot \exp(-\lambda_1 \cdot q), \quad \lambda_1 = \frac{K}{2\sigma^2}. \quad (1)$$

Індуктивне доведено збереження виду показового закону розподілу вражаючого заряду та для послідовності переходів у наступні ступені пошкодження з параметрами $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ відповідно, під впливом випадкових вражальних зарядів q_i з математичним сподіванням $M[q_i] = \lambda_i^{-1}$, які переводять елементи зразка ОВТ у більш тяжкі ступені ушкоджень.

Таким чином, уявлення процесу ураження залежно не від випадкових інтервалів часу між вибухами, а від випадкової величини вражаючого заряду q , який має показовий закон розподілу (1), дозволило застосування апарату Марківських процесів з дискретними станами та безперервним аргументом – вражаючим зарядом. Такий процес описується диференціальними рівняннями Колмогорова, які мають аналітичне рішення, що дозволяє знайти аналітичні описи безпосередньо ймовірностей всіх можливих станів елементів зразка ОВТ, та забезпечує нульове значення довірчого інтервалу і одиничне значення довірчої ймовірності оцінок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gorodnov, V.P. Option of methodological and technological bases of development, evaluation and forecast the efficiency of real objects' and processes' mathematical models. InterConf, 67, pp. 444-460. DOI 10.51582/interconf.19-20.07.2021.046.

2. Садовский, М. А. Избранные труды: Геофизика и физика взрыва. Отв. ред. В.В. Адушкин. – М.: Наука, 2004. – 404 с. ISBN 5-02-032960-6. http://elibrary.bibliotom.ru/text/sadovskiy_izbrannye-trudy_2004/go,84/.

Городнов Вячеслав Петрович доктор військових наук, професор, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, vgor46@ukr.net.

Овчаренко Вячеслав Володимирович доктор військових наук, доцент, заступник начальника Київського інституту Національної гвардії України, м. Київ.

Сізон Дмитро Олександрович начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, ssdimass80@ukr.net.

Кірієнко Ігор Вячеславович науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, kirgoff1996as@gmail.com.

Сальна Наталія Євгенівна науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, n.salna@ukr.net.

MODELING AND PREDICTION THE RESULTS OF WEAPONS' AND MILITARY EQUIPMENT MULTI-ELEMENT SAMPLES DESTRUCTION

Abstract *The purpose of the research was to develop an analytical model for the operational forecast of the expected results of defeating by enemy ammunition the many elements' weapons and military equipment samples by degrees of destruction, which is necessary for planning and managing the operation of military equipment. To achieve the goal, the author's model development technology was used, which made it possible to build a destruction model in the class of Markov processes with a continuous argument (damaging charge) and discrete states, which made it possible to predict the results of destruction the weapons and military equipment elements with a zero confidence interval and a one confidence probability for the first time.*

Keywords: modeling, multi-element samples of weapons and military equipment, degrees of damage

Gorodnov Viacheslav Petrovych, doctor of military sciences, professor, senior researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, vgor46@ukr.net.

Ovcharenko Viacheslav Vladimirovych, doctor of military sciences, associate professor, deputy head of the Kyiv institute of the National guard of Ukraine, Kyiv, gepard72@ukr.net.

Dimitry Oleksandrovych Sizon, Head of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ssdimass80@ukr.net.

Ihor Vyacheslavovych Kiriyenko, researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, kirgoff1996as@gmail.com.

Nataliia Yevgenivna Salna researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, n.salna@ukr.net