

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.61-68>

УДК 623.4

**В.В. Яковенко**, к.т.н, с.н.с

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, Україна

## МОДЕЛЮВАННЯ ОБСТРІЛУ РУХОМОЇ БРОНЬОВАНОЇ ЦІЛІ ОСКОЛКОВО-ПУЧКОВИМИ СНАРЯДАМИ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ У ВИГЛЯДІ ДИСКРЕТНО-НЕПЕРЕРВНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ

Існуючий світовий пошук адекватних методик теоретичної оцінки параметрів осколкової осколково-фугасних снарядів сконцентровано у двох напрямках: комп'ютерного моделювання процесів вибухового руйнування корпусів снарядів, а також проведення натурних досліджень, що пов'язані з практичним дослідження процесу вибуху (ступеня ураження цілі) для обґрунтованого раціонального оптимального вибору: форми боєприпасів, матеріалу осколкоутворюючої складової та розташування точки ініціювання вибухової речовини. Втім підходи до можливого застосування осколково-фугасних снарядів у сучасних (гібридних) війнах мають не чіткі форми і не відповідають на головне питання – як гарантовано зберегти життя цивільного населення, а також інфраструктуру, що під захистом світової спільноти? Тому сучасний розвиток перспективних засобів ураження спрямований на зменшення летальності у вигляді осколково-пучкових снарядів та відмовою від бронепробиття за рахунок керованих осколкових полів. Це дозволяє наносити так звані збитки бойовій броньованій машині руйнуванням осколками різних фракцій: оптикоелектронних засобів розвідки; засобів відеоспостереження та зв'язку; засобів вогневого впливу, що у свою чергу може змусити екіпаж бойової броньованої машини відмовитися від виконання бойового завдання. Однак потрібно констатувати, що на сьогоднішній день у світі не існує жодного осколково-фугасного боєприпасу з керованим осколковим полем. Тому автором статті здійснено спробу окреслення одного з напрямів розвитку теорії і практики осколкових боєприпасів з розширенням їх осколкових можливостей.

**Ключові слова:** осколково-пучковий снаряд, корисні осколки, нанесення збитків рухомій бойовій броньованій машині, літаюча платформа, перспективна автоматична гармата, базові події, структурно-автоматна модель.

### Постановка проблеми

Насиченість світових армій броньованою технікою не вплинула на зменшення номенклатури традиційних осколково-фугасних (ОФ) снарядів протягом останніх двадцяти років [1]. А тому ОФ снаряди начебто досягли межі своїх можливостей. Відомо, що під час стрільби по бойовій броньованій машині (ББМ) корисною є лише 15% енергії вибухового руйнування корпусу 152 мм ОФ снаряда [1]. Тому під час прямого влучення в танк, 85% енергії снаряду витрачається безцільно. У той же час досвід війни в Перській затоці свідчить, що наявність в американських вогневих підрозділів так званих суббоєприпасів (впевнено можливо віднести і осколково-пучкові снаряди (ОПС), надавало можливість вирішувати завдання щодо ураження різнопланових цілей високою щільністю вогню та раціональним розподілом уражаючих факторів по площині, а також здійснювати суттєвий морально-психологічний вплив на живу силу противника [2].

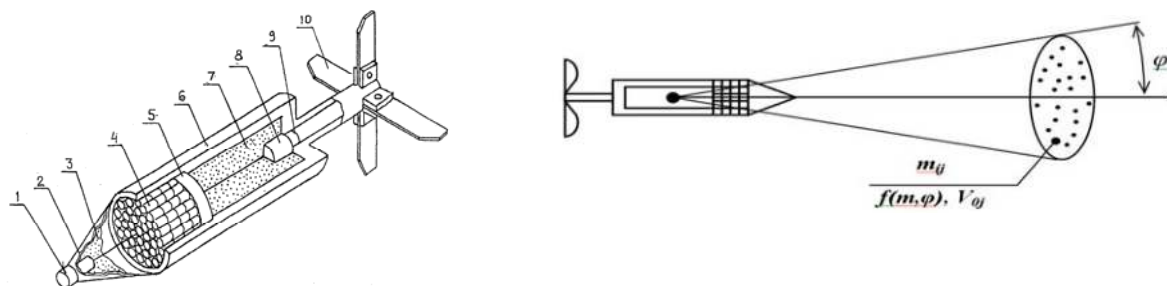


Рис. 1. Принципова схема осколково-пучкового снаряду Одінцова В.О.  
(патент РФ № 2399016) [2]

Описання осколково-пучкового снаряду.

1 – головний контактний вузол; 2 – головний ковпак; 3 – легкий заповнювач; 4 – блок готових елементів ураження (ГЕУ); 5 – діафрагма; 6 – корпус снаряду; 7 – заряд вибухової речовини (ВР); 8 – донний дистанційний підрильник; 9 – вікно для введення установок; 10 – стабілізатор.

Однак ефективність ОПС (рис. 1) не обмежується лише його бойовими властивостями. У будь-якому випадку ключову роль відіграє комплекс заходів, що включає в себе: ефективність засобів розвідки (припустимо у вигляді спостережного пункту на базі «літаючої платформи» – засіб повітряного спостереження [3]), точність наведення на ціль та скорострільність перспективної автоматичної гармати (ПАГ) (зразок (рис. 2) з характеристиками протитанкової гармати, міномета та зенітного засобу одночасно який може ефективно вести бойові дії у густонаселених районах), а також здатність дистанційного підрильника ОПС ініціювати вибухову речовину (ВР) на оптимальній відстані до рухомої броньованої цілі для нанесення збитків так званими «корисними осколками». Це суттєво скорочує терміни виконання вогневих завдань мінімально необхідною кількістю протитанкових засобів. Втім реалізація вище зазначеного можлива лише за умови проведення як глибоких теоретичних досліджень так і фінансово затратних випробувань різного характеру.



Рис. 2. Прототип перспективної автоматичної гармати [4]

Для економіки держави будь які полігонні випробування перспективних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ) завжди були і будуть вкрай обтяжливими з точки зору фінансових витрат. Адже будь який натурний експеримент потребує значної кількості повторення процесу для набору статистичних даних відмов. Тоді як інструментарій системотехнічного проектування надає можливість виявити і відкинути варіанти технічних рішень задовго до втілення зразка у метал і тим самим мінімізує ризики невдалих технічних рішень.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Незважаючи на наявність публікацій присвячених зазначеній темі [5, 6], задача дослідження процесу нанесення збитків «корисними осколками» осколково-фугасного снаряду уразливим відсікам броньованої цілі в сучасних конфліктах залишається не вирішеною у повній мірі. Натомість світова практика створення сучасної зброї впевнено схиляється в бік подорожчання своєї продукції, залишаючи фактично незмінним процес вибухового руйнування корпусів (ВРК) снарядів.

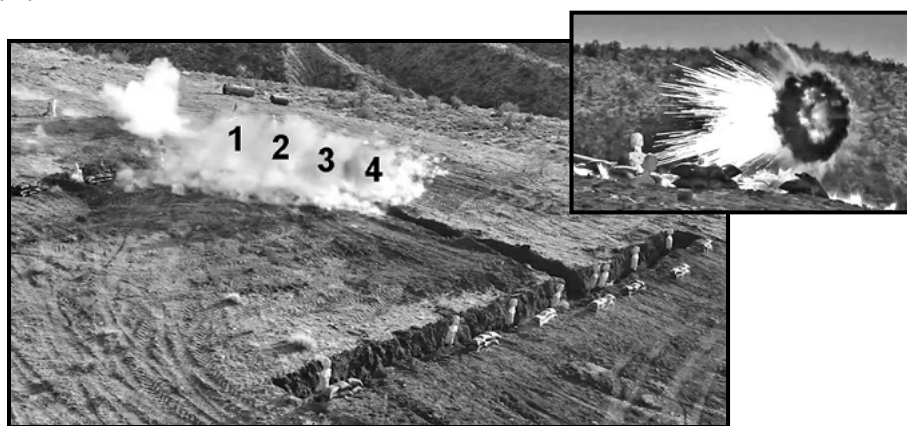
Яскравим прикладом останніх досягнень у сфері осколкового руйнування корпусів калібрів 30 мм, 35 мм [4] тощо. Для прикладу в ОПС з універсальним підрильником компанії Orbital ATK (спільний проект США та Європейського Союзу) основний акцент зроблено на установку часу підриву та кількості накопичених обертів снаряду. Тим самим досягнуто збільшення дальності і точності підриву у рази [4]. Під час ведення вогню чергами, підри्व снарядів відбувається на

встановленій відстані одночасно один від одного у вигляді «Нитки перлин» (рис. 3) з досягненням максимальної ефективності під час флангової стрільби по розосередженій живій силі в окопі (стрільбі вздовж колони неброньованої техніки).



**Рис. 3. Режим стрільби «Нитка перлин» з одночасним підривом 10 снарядів [7]**

У випадку жорсткої зустрічі снаряду із перешкодою, відбувається миттєвий контактний підрив незважаючи на запрограмовані установки підричника. Осколково-пучковий снаряд здатний формувати декілька осколкових полів (рис. 4): осьового конусного, утвореного потоком готових елементів ураження (у вигляді окремого блоку); кругового радіального, утвореного руйнуванням несучого корпусу.



**Рис. 4. Повітряний підрив над окопами осколково-пучкових снарядів (стрільбище Big Sandy Range, січень 2017 року) [7, 8]**

Втім розробниками не зазначається просторовий розліт осколків корпусів снарядів та готових елементів ураження (ГЕУ), що породжує більше запитань аніж відповідей на них. Не відомо, на якій відстані від цілі відбувається підрив кожного снаряду в серії пострілів. Чи кожен снаряд здатен наносити ураження або збитки рухомій одиночній цілі? Чому тільки флангова стрільба по розосередженій живій силі? А яким чином здійснювати стрільбу по траншеї, з фронтальним розосередженням живої сили? Отже, в даній розробці не враховано оптимально фіксовану відстань підриву кожного ОПС відносно рухомої одиночної цілі під час стрільби серіями. Тим самим розглядаючи нанесення збитків ББМ типу танк, заявлений калібр в заданому компонуванні можливо застосовувати чисто гіпотетично зі значною витратою ОПС. Адже досвід останніх локальних війн і конфліктів на суходолі свідчить про пряму залежність тактичної переваги над противником від контролю ворожих ударних засобів типу танк. Бажана перевага над танками противника може бути досягнута у тому числі і застосуванням ОПС. Саме на основі застосування удосконалених технологій моделювання стохастичних систем [10], моделі процесу обстрілу ББМ осколково-пучковими снарядами направленої дії ґрунтуються на основі послідовності процедур визначення показників ефективності як умовних імовірностей нанесення збитків броньованій цілі «корисними осколками» ОПС.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Відомо, що визначення показників ефективності протитанкового засобу характеризується рядом особливостей, зокрема імовірністю ураження цілі. Втім в даному випадку показник ступеня ураження характеризується не знищення (подавлення) одиночної цілі артилерійськими вогневими засобами, а нанесення збитків «корисними осколками» осколково-пучкового снаряду уразливим відсікам броньованої цілі (рис. 5) в серії з трьох пострілів перспективною автоматичною гарматою.

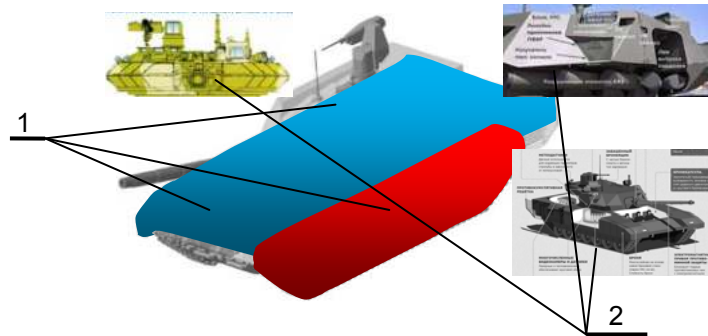


Рис. 5. Схематичний розподіл уразливих відсіків танка Т-14 «Амата»

Описання уразливих відсіків танка Т-14 «Амата»

1 – відсіки одиночної бойової броньованої машини (башта з гарматою, корпус, ходова частина);  
2 – уразливі відсіки бойової броньованої машини (оптико-електронні засоби розвідки та спостереження, прицільні пристрої, засоби радіозв'язку тощо).

Відтворення статистичної картини функціональної поведінки процесу обстрілу рухомої броньованої цілі ґрунтується на гіпотезах функціональності системи. Це надає можливість створення модельного експерименту роботи системи з можливими відмовами її складових (рис. 6). Тому на основі спостережень середніх значень результатів стрільб та алгоритмів поведінки складових системи засобу розвідки у вигляді літаючої платформи (ЛП), перспективної автоматичної гармати та ОПС в серії з трьох пострілів, імовірності виконання функцій складовими системи прогнозовано можуть бути менше за одиницю. А для опису виникаючих ситуацій на основі існуючих методів застосовується моделювання дискретно-неперервних стохастичних систем. В той же час процес отримання дискретно-неперервних стохастичних моделей (ДНСМ) у вигляді системи диференційних рівнянь беззаперечно опирається на структурно-автоматну модель (САМ) [9]. До її складових можливо віднести: базові події (БП); вектор станів; формалізований опис ситуацій перебігу процесу в яких відбуваються базові події; формули розрахунку інтенсивності переходу (ФРІП); правила модифікації компонент вектора стану (ПМКВС).

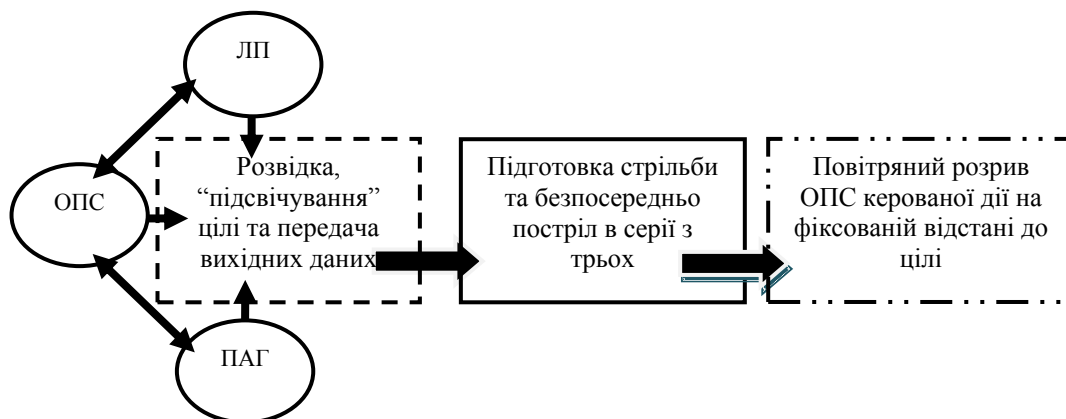


Рис. 6. Схема взаємодії підсистем системи нанесення збитків ББМ осколково-пучковими снарядами в серії з трьох пострілів

Процес співіснування взаємопов'язаних підсистем можливо описати у відповідній інтерпретації:

- опорна відстань захоплення гіпотетичного променю дистанційним підривною ОПС: 1(0) – задовольняє (не задовольняє) «підсвічування» цілі;
- функціонування та дистанційний підрив 1-го осколково-пучкового снаряду на відстані  $n$  метрів від рухомої ББМ: 1 (0) – дистанційний підрив (підрив на удар, промах);
- функціонування та дистанційний підрив 2-го осколково-пучкового снаряду на відстані  $n$  метрів від рухомої ББМ: 1 (0) – дистанційний підрив (підрив на удар, промах);
- функціонування та дистанційний підрив 3-го осколково-пучкового снаряду на відстані  $n$  метрів від рухомої ББМ: 1 (0) – дистанційний підрив (підрив на удар, промах);
- сумарна ступінь нанесення збитків ПАГ в серії з трьох пострілів ОПС: 1 (0) – переважно забезпечують (не забезпечують) виконання завдання;
- ступінь надійності заряджання в серії з трьох пострілів ПАГ: 1 (0) – заряджання (відмова).

Поетапне врахування усіх можливих варіантів функціонування системи від моменту виявлення рухомої броньованої цілі до відмови екіпажу ББМ виконувати завдання можливо відтворити у структурно-автоматній моделі. Однак складність відтворення пов'язана з описом функціональності усіх без виключення складових системи.

Показники ефективності обстрілу рухомої ББМ характеризуються рядом особливостей, зокрема імовірністю її ураження. Втім метою дослідження автором прийнято не знищення, руйнування чи подавлення одиночної цілі артилерійськими засобами ураження, а нанесення збитків уразливим відсікам броньованої цілі. Це абсолютно не суперечить керівним документам ракетних військ і артилерії Сухопутних військ Збройних Сил України.

Визначення ступеня адекватності заданої системи повинно відповідати сучасним вимогам ведення збройної боротьби. Однак для заощадження часу та коштів на створення дослідного зразка, особливо на початкових етапах макропроекування, можливе впровадження положень теорії стохастичних систем. Це дозволить теоретично дослідити функціонально пов'язані між собою складові системи та в цілому спрогнозувати можливі труднощі її експлуатації.

Для зручності проведення розрахунків процес обстрілу цілі доцільно розбити на фази стрільби з визначенням процедур функціональності його складових, а саме:

З «літаючої платформи» здійснюється передавання сигналу на приймальний пристрій ПАГ про виявлення і супроводження переміщення рухомого об'єкта. Тоді заряджання та наведення гармати здійснюється у відповідності до подальшого супроводження розвідувальним засобом по дальності та напрямку до рухомої ББМ. Постріл в серії з трьох ОПС здійснюється у відповідності до встановленої опорної дальності до цілі (без урахування її ракурсності). При цьому розрив відбувається з підльотом ОПС до об'єкта на фіксовану відстань для нанесення збитків його уразливим відсікам.

В залежності від зміни координат рухомої цілі, програматором на дульному зрізі вводяться коректури не лише в установки для стрільби, а й точки ініціювання вибухової речовини наступних двох снарядів. Логічно, що у відповідності до зміни положення цілі, пересіченості рельєфу місцевості із зонами невидимості, а також уразливих відсіків, здійснюється 3-й постріл. В автоматичному режимі здійснюється вибір точки ініціювання вибухової речовини.

Отже сумарне значення нанесених збитків буде визначатися показниками ефективності процесу обстрілу рухомої ББМ, що впливає на виконання (невиконання) вогневого завдання ПАГ.

Для визначення значень показників ефективності процесу нанесення збитків бойовій броньованій машині (ББМ) осколково-пучковими снарядами необхідно здійснити наступні кроки:

- вибрати показники ефективності складових об'єкта дослідження для математичної моделі процесу обстрілу;

- поетапно обґрунтувати компонент вектора станів процесу стрільби серією перспективних засобів вогневого впливу;
- розробити тіло моделі процесу підриву ОПС на заданій відстані до рухомої цілі у вигляді графа станів і переходів із записом системи диференціальних рівнянь;
- ув'язати результати розв'язання системи диференціальних рівнянь з логікою бойового застосування ОПС.

Таким чином, виконання вогневого завдання перспективною автоматичною гарматою автором розглядається як набір певних процедур, що характеризуються середнім значенням тривалості. Вони є залежними від так званих фаз стрільби ПАГ та вибухового руйнування оболонки осколково-пучкового снаряду. У той же час безпосередньо ВРК характеризується саморозповсюдженням реакції вибухових перетворень (принцип і числові показники мають обмежений доступ) на основі табличних даних про: дальність до цілі ( $D_u$ ); кут підходу ОПС до цілі ( $\theta_{onc}$ ); глибину простору нанесення збитків ББМ ( $l$ ); візуальних розмірів цілі ( $m$ ); наближених розмірів уразливих відсіків цілі ( $m'$ ).

Для процедур виконання вогневого завдання властивими є так звані події, що здатні окреслити процедуру обстрілу ББМ її початком і закінчення. У свою чергу події, що представляють закінчення процедури прийнято вважати базовими подіями (БП) [10]. В нашому випадку БП алгоритму поведінки процесу обстрілу рухомої ББМ є вхідними даними для визначення компонент САМ обстрілу цілі зі складанням опорного графа станів з описом усіх можливих ситуацій. Відповідно формалізований опис залежить від виявлення ситуацій, в яких може відбуватися кожна БП. А для виявлення ситуацій вибираються усі можливі стани, що утворюються (формуються) після БП1 з урахуванням всіх альтернативних продовжень процесу обстрілу ББМ.

Слід зауважити, що для компактного представлення структурно-автоматної моделі можливе об'єднання ситуацій і компонент за чіткими правилами [10, 11].

Розроблення САМ залежить від визначення компонент на основі опорного графа станів та переходів [9, 10, 11], а саме:

- БП нанесення збитків ББМ серією з трьох ОПС;
- формалізованого опису усіх можливих ситуацій перебування кожної БП у фазах стрільби;
- формули розрахунку інтенсивності переходів із стану в стан для кожної ситуації нанесення збитків рухомій ББМ;
- правила модифікації компонент вектора стану для кожної ситуації виявлення та «підсвічування» цілі «літаючою платформою»;
- послідовності заряджання ПАГ та нанесення збитків «корисними осколками» ОПС у серії з трьох пострілів.

Отже процес моделювання обстрілу рухомої броньованої цілі осколково-пучковими снарядами направленої дії обумовлено формуванням структурно-автоматної моделі нанесення збитків бойовій броньованій машині ОПС направленої дії в серії з трьох пострілів. І передбачає складання ряду подій, що здатні відображати початок і кінець часового інтервалу для певного стану системи у дискретно-неперервному процесі системотехнічного макропроекування.

## Висновки

Моделювання обстрілу рухомої броньованої цілі осколково-пучковими снарядами направленої дії у вигляді дискретно-неперервного випадкового процесу створює можливість для визначення ефективності як систем ураження так і взаємодію між ними. А застосований процес моделювання дозволяє обґрунтовувати значення основних показників ефективності складових комплексу нанесення збитків бойовій броньованій машині на початкових етапах проектування зразків озброєння.

### Перспективи подальших досліджень

В подальшому необхідно визначитися з можливістю практичної реалізації моделювання обстрілу рухомої броньованої цілі осколково-пучковими снарядами направленої дії у вигляді дискретно-неперервного випадкового процесу.

### Список використаних джерел

1. Шульгин В. Е., Фесенко Ю. Н. Разработка вооружения и военной техники в новых экономических условиях. Москва: Военная мысль № 2(3-4)/1998. 6 с.
2. Танковый осколочно-пучковый снаряд. Патент на изобретение F42B12/32 РФ. НПК. Заявка: 2009-01-15. Публикация патента: 10.09.2010 Режим доступу: <http://www.freepatent.ru/patents/2399016>.
3. Ткачук П. П., Яковенко В. В., Корольова О. В., Мількович І. Б. Математична модель похибок визначення кутових та лінійних величин при цілевказанні в артилерійському підрозділі за допомогою літаючої платформи. Збірка тез доповідей XVII Міжнародного науково-технічного симпозиуму "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS і GIS-технології" 10-15 вересня 2012 року, Львів: СПОЛОМ, 2012. С. 177-184.
4. Зубов В. Н., Селиванов В. В. Перспективные европейские малокалиберные боеприпасы воздушного подрыва с программируемыми взрывателями. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. № 4 (99). Режим доступу: <https://cyberleninka.ru>.
5. Селиванов В. В. Боеприпасы. Учебник. А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов [и др.]. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 506 с.
6. Одинцов В.А. Метание и разрушение оболочек продуктами детонации. В.А. Одинцов [и др.]. Москва: ЦНИИ-ИНТИ, 1976. 144 с.
7. Buckley A. Safety, Reliability & Performance of the Ahead (ABM) Programmable Fuze System. NDIA 39th Annual Gun & Ammunition Baltimore, MD. Apr. 13-16, 2004. URL: <http://www.dtic.mil/ndia/2004/guns/wed/buckley.ppt> (дата звернення 28.07.2017).
8. Oerlikon Contraves. Less than lethal weapons requirements for military forces. URL: [http://proceedings.ndia.org/3500/Bradick\\_NL\\_NDIA.pps](http://proceedings.ndia.org/3500/Bradick_NL_NDIA.pps) (дата звернення 28.07.2017).
9. Волочій Б. Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем. Львів: Вид-во Національного університету "Львівська політехніка" 2004. 220 с.
10. Волочій С. Б. Математичне та програмне забезпечення для дискретно-неперервного стохастичного моделювання відмовостійких програмно-технічних комплексів. Кваліфікаційна наукова праця (дисертаційна робота УДК 004.052+004.94) Львів: Вид-во Національний університет "Львівська Політехніка" 2018. 197 с.
11. Федасюк, Д. В., Волочій С. Б. Методика розроблення структурно-автоматних моделей дискретно-неперервних стохастичних систем. Радіоелектронні та комп'ютерні системи. Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут". 2016. № 6 (80). С. 24–34.

**Рецензент:** Гончарук А.А., к.т.н., старший науковий співробітник, Військова академія (м. Одеса)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБСТРЕЛА ДВИЖУЩЕЙСЯ БРОНИРОВАННОЙ ЦЕЛИ ОСКОЛОЧНО-ПУЧКОВЫМИ СНАРЯДАМИ НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ В ВИДЕ ДИСКРЕТНО-НЕПРЕРЫВНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

В. Яковенко

*Существующий мировой поиск адекватных методик теоретической оценки параметров осколковости осколочно-фугасных снарядов сконцентрирован в двух направлениях: компьютерного моделирования процессов взрывного разрушения корпусов снарядов, а также проведения натурных исследований, которые связаны с практическим исследованием процесса взрыва (степени поражения цели) для обоснованного рационального оптимального выбора: формы боеприпасов, материала осколкообразующей составляющей и расположения точки инициирования взрывчатого вещества. Впрочем подходы к возможному применению осколочно-фугасных снарядов в современных (гибридных) войнах имеют не четкие формы и не отвечают на главный вопрос – как гарантированно сохранить жизнь гражданского населения, а также инфраструктуру, что под защитой мирового сообщества?*

*Поэтому современное развитие перспективных средств поражения направлено на уменьшение летальности в виде осколочно-пучковых снарядов и отказом от бронепробития за счет управляемых осколочных полей. Это позволяет наносить так называемые убытки боевой бронированной машине разрушением осколками разных фракций: оптикоэлектронных средств разведки; средств видеонаблюдения и связи; средств огневого влияния, которое в свою очередь может заставить экипаж боевой бронированной машины отказаться от выполнения боевого задания. Однако нужно констатировать, что на сегодняшний день в мире не существует ни одного осколочно-фугасного боеприпаса с управляемым осколочным полем. Поэтому автором статьи осуществлена попытка очерчивания одного из направлений развития теории и практики осколочных боеприпасов с расширением их осколочных возможностей.*

**Ключевые слова:** *осколочно-пучковый снаряд, полезные осколки, нанесение убытков подвижной боевой бронированной машине, летающая платформа, перспективная автоматическая пушка, базовые события.*

## SIMULATION OF MOBILE ARMORED TARGET SHOOTING WITH SHOT-RIFLE SHOTS OF DIRECTED ACTION IN THE FORM OF A DISCRETE-CONTINUOUS CASE

V. Yakovenko

*The existing global search for adequate methods of theoretical estimation of the parameters shot-rifle high-explosive shells are concentrated in two areas: computer simulation of processes of explosive destruction of the shell casings, as well as conducting field research related to practical study of the explosion process (the extent of damage the target) to make informed rational optimal choice of the form of munitions, material oscillatory component and the location of the point of initiation of explosives. However approaches to the possible use of high-explosive shells in the modern (hybrid) wars have a clear form and does not answer the main question – how to save the lives of civilians and infrastructure, under the protection of the world community?*

*Therefore, the modern development of weapons aimed at reducing mortality in high-beam projectiles and armor penetration refusal due to the managed fragmentation fields. This allows to apply the so-called loss of combat armored vehicle destruction fragments of different factions: optoelectronic means of intelligence; of the means of surveillance and communication; fire impact, which in turn could cause the crew of a combat armored vehicle to withdraw from a combat mission. However, we must admit that today in the world there is not one high-explosive fragmentation warhead with a controlled field. Therefore, the author attempts to comprehend one of the directions of development of the theory and practice of fragmentation ammunition with the empowerment shrapnel.*

**Keywords:** *fragmentation-beam projectile, useful fragments, causing damage to moving combat armored car, flying platform, promising an automatic gun, the basic events, the structural-automaton model*