

## ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ ХИБНИХ ПУСКОВИХ УСТАНОВОК РОЗМІЩЕНИХ НА ПОЗИЦІЯХ У СКЛАДІ ВІЙСЬКОВОГО ФОРМУВАННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК

Стаття присвячена обґрунтуванню рекомендації щодо визначення оптимального складу хибних пускових установок розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ в позиційних районах. Рекомендації обґрунтовані за допомогою використання розробленого математичного апарату, який базується на сутності біноміального розподілу дискретної випадкової величини. Сутність розрахунків полягає у визначенні мінімальної кількості хибних пускових установок, використання яких у складі змішаного військового формування ракетних військ, під час ведення бойових дій, забезпечить не перевищити допустимий рівень бойових втрат пускових установок. У статті також обґрунтовано залежність живучості військового формування ракетних військ від кількості хибних пускових установок розміщених на позиціях та їх оптимальної кількості. У статті визначено, що підвищення живучості військового формування ракетних військ через встановлення хибних пускових установок на позиції відбувається до певного значення після якого збільшення кількості хибних пускових установок несуттєво впливає на його приріст.

**Ключові слова:** військове формування ракетних військ; бойові втрати; хибна пускова установка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Аналіз фізико-географічних умов території України дає можливість зробити висновки про наявність достатньо високої імовірності несприятливих умов для маскувannya позицій військових формувань ракетних військ за допомогою штучних масок (димопуск, маскувальні комплекти).

Із зазначеного можливо зробити висновок, що в умовах, в яких можуть вестися воєнні дії (метеорологічні, фізико-географічні) найбільш доцільним заходом щодо введення противника в оману може бути застосування засобів імітації, а саме застосування хибних пускових установок (ПУ) для укріття ПУ військового формування ракетних військ.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Існує думка [1] щодо недоцільності застосування хибних ПУ для приховування ПУ у зв'язку із тим, що виготовлення хибної ПУ потребує залучення певних витрат грошових коштів, а їх установа на позиції – залучення додаткових підрозділів. Однак досвід провідних у військовому відношенні країн світу свідчить про те, що питанню забезпечення військ хибними зразками озброєння (імітаторами) вони приділяють значну увагу [1]. До того ж, вартість однієї хибної ПУ [2], яка може бути втрачена під час удару противника та забезпечити живучість дійсної ПУ дозволяє оцінити необхідність та частку впливу застосування хибних ПУ у складі військового формування ракетних військ.

Незважаючи на наведені протиріччя, які склалися в поглядах щодо обладнання хибних позицій, висновки зроблені з аналізу результатів ведення воєнних дій останніх десятиріч дають можливість стверджувати, що питанню

обладнання хибних позицій приділялася увага, проте, не визначалася необхідна кількість таких позицій.

Зазначене говорить про те, що питанню наукового обґрунтування та визначення оптимального складу хибного ракетного озброєння розміщеного на позиціях у складі військового формування ракетних військ належна увага не приділялася.

В той же час в [3] запропоновано методику визначення оптимального складу авіаційних хибних цілей у складі змішаного угруповання авіації. Зазначена методика направлена на вирішення двокритеріальної задачі та ґрунтується на визначенні паретооптимального значення кількості хибних авіаційних цілей у складі змішаного угруповання авіації. Запропоновану методику можливо адаптувати та удосконалити для вирішення питань приховування ПУ на позиції. Суттєвим недоліком запропонованої методики є те, що вибір оптимальної кількості хибних авіаційних цілей визначається із найбільшого значення імовірності ураження певної кількості літальних апаратів (за умови використання хибних авіаційних цілей) у нальоті, проте різниця між цими значеннями незначна.

Враховуючи це **метою статті** є, обґрунтування рекомендацій щодо визначення оптимального складу хибних ПУ розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Бойове застосування військових формувань організуються певним способом. В той же час, важливими заходами способу бойового застосування військових формувань ракетних військ є заходи із забезпечення їх живучості.

Видом забезпечення бойових дій, який сприяє підвищенню живучості, досягненню раптовості дій військових формувань ракетних військ, збереженню їх боєготовності є маскуванню. До основних заходів маскуванню військових формувань ракетних військ слід віднести [4, С.9]:

- застосування штучних масок;
- укриття об'єктів за допомогою димомаскування (аерозольних утворень);
- застосування засобів і прийомів імітації (макетів озброєння, військової техніки і місцевих предметів, табельних маскувальних комплектів,

кутових відбивачів, теплових імітаторів, імітаційних патронів, димових шапок).

Проте, вибір для застосування відповідних заходів маскуванню потребує більш детального аналізу фізико-географічних умов району операції у зв'язку із тим, що вони можуть суттєво впливати на ефективність того або іншого заходу [4, С.16]. Так наприклад дослідження показали, що застосування штучних масок в умовах степу неефективне. Укриття об'єктів за допомогою аерозольних утворень потребує певних метеорологічних умов (табл. 1).

Таблиця 1

**Характеристика метеорологічних умов димопуску**

Елементи метеорологічної обстановки	Умови		
	Сприятливі	Середні	Несприятливі
Швидкість вітру	2-4 м/с	5-8 м/с	до 1,5 та більше 8 м/с
Характер вітру	Стійкий за напрямком і швидкістю		Нестійкий, поривчастий, штіль
Ступінь стійкості вітру по вертикалі	Відсутність висхідних потоків	Невеликі висхідні потоки	Сильні висхідні потоки

Зрозумілим є те, що вирішення поставленого завдання потребує наявності відповідного математичного апарату. Доцільність введення противника в оману за допомогою обладнання хибних позицій у межах дійсних позицій підрозділів можливо підтвердити положеннями курсу теорії імовірності [5]. Так відомо, що імовірністю події А є відношення суми елементарних подій, які сприяють події А, до загальної кількості n рівноможливих елементарних подій. Позначимо через А подію, яка полягає у тому, що у результаті завданого противником удару буде уражено ПУ, через В – хибну ПУ. Обидві елементарні події А і В є рівноможливими у силу того, що хибна ПУ у достатній мірі імітує дії дійсної ПУ. У прикладі, що розглядається імовірність події А буде залежати від кількості ПУ і хибних ПУ на позиції.

$$P(A) = \frac{m}{n} \quad (1)$$

де: m – кількість ПУ на позиції;  
n – загальна кількість ПУ і хибних ПУ, які розміщені на позиції.

Виходячи із цього та за умови встановленої кількості ПУ, які розміщені на позиції імовірність їх ураження P(A) буде тим меншою, чим більше хибних ПУ буде розміщено серед ПУ на позиції. Отже зазначене підкреслює доцільність введення противника в оману за допомогою встановлення на позиціях хибних ПУ.

Під час вирішення завдання укриття реальних цілей (якими виступають ПУ для противника) серед хибних необхідно мати оцінку оптимальної кількості хибних ПУ, які включаються до складу військового формування ракетних військ, а також оцінку рівня бойових втрат ПУ за умов використання хибних ПУ. З цією метою пропонується розглянути задачу визначення оптимального складу хибних ПУ у складі

військового формування ракетних військ, які розміщені на позиції.

Припустимо, що для вирішення завдань щодо завдання ракетних ударів по цілях противника, залучається підрозділ, який складається з  $n_{пу}$  ПУ.

Будемо вважати, що під час вирішення цього завдання даному підрозділу буде протидіяти деяка кількість однотипних засобів ураження противника, які спроможні одночасно завдавати удар по виявленому підрозділу військового формування ракетних військ  $n_p$  ракетами.

З метою прийняття рішення щодо кількісного складу змішаного підрозділу необхідно представити командирі військового формування ракетних військ оцінку кількості  $x_2$  хибних ПУ, включення яких до складу бойового порядку військового формування ракетних військ забезпечить рівень бойових втрат ПУ у, що не перевищить допустимий  $x_1$ . З [6] відомо, що надійність статистичних оцінок характеризує довірча імовірність вимоги до значення якої є  $P = 0,95$ . Отже в якості критерію пропонується використовувати мінімум  $x_2$ , який з імовірністю  $P \geq 0,95$  гарантує рівень втрат ПУ, що не перевищуватимуть допустимого значення.

Нехай зі складу військового формування ракетних військ у складі ( $n_{рк} + x_2$ ) ПУ і хибних РК засоби ураження противника навмання вибирають і уражають цілі за допомогою  $n_p$  ракет. При цьому припускається, що хибні ПУ з достатнім ступенем імітують розвідувальні (демаскуючі) ознаки [7] ПУ і в контурах цілерозподілу засобів ураження противника ПУ і хибні ПУ відображаються як однакові цілі. З зазначеного слідує, що за допомогою випущених  $n_p$  ракет буде знищено  $n_{пу}$  одиниць ПУ військового формування ракетних військ.

Загальна кількість випадків знищення  $n_p$  ракетами  $n_{пу}$  ПУ зі складу військового формування ракетних військ визначається числом сполучень  $C_{n_{пу}+x_2}^{n_p}$  [8]. Кількість сприятливих випадків, за яких пусками  $n_p$  ракет буде знищено кількість ПУ визначається як  $C_{n_{пу}}^y \cdot C_{x_2}^{n_p-y}$ .

Зазначений вираз представляє собою добуток числа випадків  $C_{n_{пу}}^y$  за яких буде знищено у ПУ, і числа випадків  $C_{x_2}^{n_p-y}$ , при яких решта уражених цілей ( $n_p - y$ ) будуть хибними.

Виходячи із зазначеного, імовірність того, що під час ведення бойових дій зі складу військового формування ракетних військ, яке включає в себе  $x_2$  хибних ПУ бойові втрати ПУ не перевищать допустимого значення  $x_1$  буде визначатися функцією виду:

$$P(x_1, x_2) = \sum_{y=0}^{x_1} \frac{C_{n_{пу}}^y \cdot C_{x_2}^{n_p-y}}{C_{n_{пу}+x_2}^{n_p}} = \sum_{y=0}^{x_1} \frac{n_{пу}! \cdot x_2! \cdot n_p! \cdot (n_{пу} + x_2 - n_p)!}{y! \cdot (n_{пу} - y)! \cdot (n_p - y)! \cdot (x_2 - n_p + y)! \cdot (n_{пу} + x_2)!} \geq 0,95 \quad (4)$$

Метод розрахунку функції  $P(x_1, x_2)$  може включати в себе наступні етапи:

1. Для кожного фіксованого значення  $x_2$  вирішується задача знаходження значення функції  $P(x_1, x_2)$  по аргументу  $y$  при прийнятих обмеженнях (3).

2. Значення функції  $P(x_1, x_2)$  для кожного фіксованого  $x_2$  визначається як сума значень аргументу  $y$  від 0 до  $x_1$ .

В якості критерію доцільно використовувати мінімум кількості хибних ПУ у складі військового формування ракетних військ, який має вигляд:

$$K = x_2 \rightarrow \min \quad (5)$$

У зв'язку із тим, що шукані змінні задачі по своїй природі являються цілочисленними необхідно використовувати умови виду:

$$y \in \{0, 1, 2, \dots, x_1\}, \quad x_2 \in \{0, 1, 2, \dots, n\} \quad (6)$$

Особливостями запропонованої задачі є: дискретність і багатокритеріальність; суттєва нелінійність;

алгоритмичність розрахунку функції (4).

З метою більш наочного представлення результатів дослідження пропонується розглянути приклад рішення задачі (4), (5).

Нехай до складу формування ракетних військ, яке розгорнуте на позиції для виконання бойових завдань щодо завдання ударів по об'єктах противника входять  $n_{пу} = 12$  ПУ. На етапі планування бойових дій командир (начальник) прийняв рішення щодо значення допустимих втрат ПУ, яке становить  $x_1 = 3$ . Рішення обґрунтоване

$$P(x_1, x_2) = \sum_{y=0}^{x_1} \frac{C_{n_{пу}}^y \cdot C_{x_2}^{n_p-y}}{C_{n_{пу}+x_2}^{n_p}} \quad (2)$$

Область існування зазначеної функції дискретних аргументів записується як:

$$0 \leq x_1 \leq n_{пу}, \quad 0 \leq x_2 \leq n_p, \quad x_2 \geq 0, \quad x_2 + n_{пу} \geq n_p \quad (3)$$

Ураховуючи прийняте обмеження щодо надійності розрахунків виходить, що імовірність того, що під час ведення бойових дій зі складу військового формування ракетних військ, яке включає в себе  $x_2$  хибних ПУ бойові втрати ПУ не перевищать допустимого значення  $x_1$  будуть визначатися як деяке значення  $x_2$ , яке є аргументом і доставляє значення функції  $P(x_1, x_2) \geq 0,95$  для фіксованого значення аргументу  $x_1$ .

тим, що за таких втрат формування ракетних військ буде спроможне продовжити ведення бойових дій.

Прийmemo, що засоби дальнього вогневого ураження противника представлені ракетним дивізіоном, який спроможний одночасно нанести груповий ракетний удар шістьма ракетами.

У результаті рішення задачі за відомих вихідних даних отримаємо множину рішень задачі, а саме імовірності допустимих бойових втрат ПУ при визначеній кількості хибних ПУ, яка представлена на рис.1 та у табл. 1.

Доцільним рішенням задачі, яке отримане за допомогою описаного вище методу є

$$x_1 = 3, \quad x_2 = 30 \quad (7)$$

Результати рішення зазначеної задачі, які представлені на рис.1 та у табл. 1. можливо трактувати таким чином:

1. Якщо під час планування бойового застосування військових формувань ракетних військ щодо ВУП допускається максимальний рівень бойових втрат до 3-х з 12 ПУ, то для забезпечення цього результату необхідно застосовувати 30 хибних ПУ.

2. За вказаних умов бойового застосування військових формувань ракетних військ з метою укриття однієї ПУ необхідно залучити 2...3 хибні ПУ.

Отримані результати являються оціночними залежностями рівня бойових втрат ПУ від кількості хибних ПУ у складі військового формування ракетних військ.

## Імовірність ураження пускових установок у залежності від кількості хибних пускових установок розміщених на позиції

Кількість хибних пускових установок ( $X_2$ )	Імовірність бойових втрати пускових установок				
	У				$X_1$
	0	1	2	3	до 3
6	5,38677E-05	0,003878474	0,053329024	0,237017884	0,294279
9	0,001547988	0,027863777	0,153250774	0,340557276	0,52322
16	0,021256039	0,139130435	0,31884058	0,327015979	0,806243
22	0,055478309	0,234966957	0,358977295	0,251913891	0,901336
30	0,113190855	0,325989661	0,344796757	0,170270003	0,954247
40	0,188539245	0,387852162	0,296275957	0,106766111	0,979433
50	0,258492466	0,413587945	0,247253663	0,070142883	0,989477
60	0,320431451	0,4194739	0,205991647	0,048185181	0,994082
70	0,374443987	0,414768724	0,172820302	0,0343921	0,996425

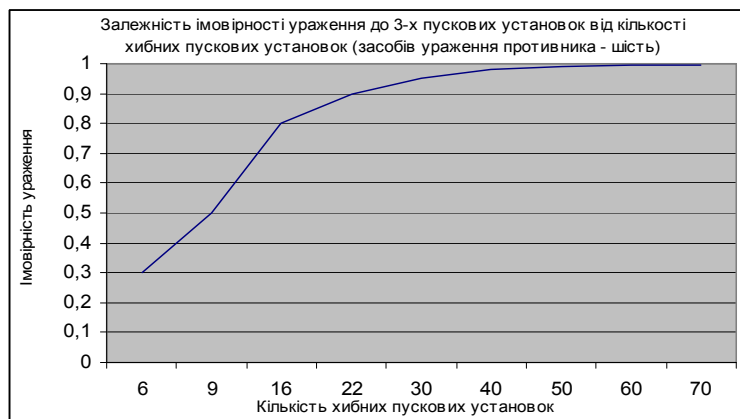


Рис. 1. Графік залежності імовірності ураження до трьох пускових установок в залежності від кількості хибних пускових установок розміщених на позиції

**Висновки, рекомендації та перспективи подальших досліджень**

У статті на основі сутності біноміального розподілу випадкової величини було розроблено математичний апарат за допомогою якого визначено оптимальний склад хибних ПУ, які необхідно розміщувати на позиціях у складі військового формування ракетних військ з метою введення противника в оману.

Результати проведених розрахунків дозволили зробити висновок про те, що, у аналогічних умовах ведення бойових дій, з метою надійного приховування дій однієї ПУ на позиції існує необхідність обладнання 2...3 хибних позицій.

Підвищення живучості військового формування ракетних військ через встановлення хибних ПУ на позиції відбувається до певного

значення після якого збільшення кількості хибних ПУ несуттєво впливає на його приріст (рис. 1).

Реалізація запропонованої рекомендації дозволить знаходити раціональні варіанти створення угруповань ракетних військ, збільшити їх вогневі можливості за рахунок підвищення живучості.

Перспективним напрямом подальших досліджень є удосконалення запропонованого математичного апарату шляхом визначення імовірності ураження ПУ високоточним боеприпасом як складної події, яка залежить від імовірності правильного виявлення ПУ, імовірності своєчасного завдання удару засобами ураження противника по виявленій ПУ та імовірності ураження ПУ виділеними для цього боеприпасом.

**Література**

1. РВСН впервые опробовали надувные макеты ракетных комплексов. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sdelanounas.ru/blogs/48403> 2. Надувная армия. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.trasyy.livejournal.com/360498.html>.

3. Моисеев Г. В. Основы теории создания и применения имитационных беспилотных авиационных комплексов./ Моисеев Г.В., Моисеев В.С. – Казань, 2015. – 206 с. 4. Королёв А. Ю. Маскировка вооружения, техники и объектов./ Королёв А. Ю., Королёва А. А., Яковлев А. Д. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 155 с 5. Поддубный Г. В. Теория вероятности и ее

приложения / Поддубный Г. В. – М.: Военное издательство, 1976. – С. 9. **6. Справочник** по исследованию операций / [Абчук В.А., Матвейчук Ф.А., Томашевский Л.П.] ; под заг. ред. Матвейчука Ф. А. – М.: Военное издательство, 1979.– С.80. **7. Звіт** про науково-дослідну роботу. Розробка воєнного

енциклопедичного словника. Відбір і розроблення визначень термінів у воєнний енциклопедичний словник (проміжний звіт). – К.: НАОУ, 2007. – С.389. **8. Основи** моделювання бойових дій військ: Підручник. – Київ: НАОУ, 2005. – С.56.

## ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЛОЖНЫХ ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК РАЗМЕЩЕННЫХ НА ПОЗИЦИЯХ В СОСТАВЕ ВОИНСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ ВОЙСК

*Владимир Николаевич Примиринко*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

Статья посвящена обоснованию рекомендаций по определению оптимального состава ложных пусковых установок размещенных на позициях в составе воинского формирования ракетных войск в позиционных районах. Рекомендации обоснованы с помощью использования разработанного математического аппарата, который основывается на сущности биномиального распределения дискретной случайной величины. Сущность расчетов состоит в определении минимального количества ложных пусковых установок, использование которых в составе смешанного воинского формирования ракетных войск, во время ведения боевых действий, обеспечит не превысит допустимый уровень боевых потерь пусковых установок. В статье также обосновано зависимость живучести воинского формирования ракетных войск от количества ложных пусковых установок размещенных на позициях и их оптимального количества. В статье определено, что повышение живучести воинского формирования ракетных войск из-за установления ложных пусковых установок на позициях происходит до определенного значения после которого увеличение количества ложных пусковых установок несущественно влияет на его прирост.

**Ключевые слова:** воинское формирование ракетных войск; боевые потери; ложная пусковая установка.

## JUSTIFICATION OF RECOMMENDATIONS FOR DETERMINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF FALSE LAUNCHERS PLACED IN POSITIONS AS PART OF MILITARY UNIT OF MISSILE TROOPS.

*Volodymyr M. Prymirenko*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

The article is devoted to the justification of recommendations for determining the optimal composition of false launchers placed in positions as part of military unit of missile troops in position areas. Recommendations are substantiated by using developed mathematical apparatus, which is based on the essence of the binomial distribution of a discrete random variable. The essence of the calculation is to determine the minimum number of false launchers, the use of which as part of a mixed military unit of missile troops, during the conduct of hostilities, which ensure not to exceed the allowable level of combat losses launchers. It is also included in the article the rationale based survivability of military unit of missile troops on the number of false launchers placed on the positions and their optimal amount. In the article it is determined the increasing survivability of military unit of missile troops due to the establishment of false launchers to positions takes place to a certain value, after that the increasing of the number of false launchers immaterial effect on its growth.

**Keywords:** military unit of missile troops; combat losses; false launcher.

### References

**1. RVSN** first tested the inflatable models of missiles. [RVSN vpervye oprobovali naduvnye makety raketnykh kompleksov], Informational site [Electron resource]. - Mode of access to the resource: <http://www.sdellanounas.ru/blogs/48403> **2. Inflatable army.** [Naduvnaia armia], Informational site [Electron resource]. - Mode of access to the resource: <http://www.trasyy.livejournal.com/360498.html>. **3. Moiseev G.V.,** Moiseev V.S. (2015), Fundamentals of the theory of creation and the use of unmanned aircraft systems simulation. [Osnovy teorii sozdania i primeneniya imitacionnykh bespilotnykh aviacionnykh kompleksov], Kazan, 206 p. **4. Koroliiov A.U.,** Koroliiova A.A., Iakovlev A.D. (2015), Disguise weapons, equipment and facilities. [Maskirovka voorusheniia, tehniki i obektov], UITMO,

Sankt-Peterburg, p. 155 **5. Poddubnyi G.V.** (1976), Probability theory and its applications. [Teoriia veroiatnosti i eio priloshenia], Moskov, p. 9. **6. Abchuk V.A.,** Matveichuk F.A., Tomashevskiy L.P. (1979), Handbook of Operations Research. [Spravochnik po issledovaniiu operatsii], Moskov, p. 80. **7. The report** on the research work. Development of encyclopedia of martial law. Selection and development of definitions in wartime Encyclopedic Dictionary (interim report). (2007), [Zvit pro naukovo-doslidnu robotu. Rozrobka voennogo enciklopedychnogo slovnika. Vidbir i rozroblenniia vyznacheniia i terminiv u voennii enciklopedychniy slovnyk (promishnyi zvit)], NUOU, Kyiv, p. 389. **8. Based** simulation of fighting forces. (2005) [Osnovy modeluvannia boiyovykh diy viysk], NAOU, Kyiv, p. 56.

Отримано: 24.03.2016 року.