

Методика складання тимчасових скорочених таблиць стрільби для мінометних пострілів іноземного виробництва в обмежених умовах під час широкомасштабної збройної агресії російської федерації

Methodology for compiling temporary artillery range (firing) tables for foreign-made mortar rounds in limited conditions during a large-scale armed aggression of the russian federation

Юрій Векленко^A

*Corresponding author: старший науковий співробітник – старший інженер-випробувач, e-mail: YraV17@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1658-0102

Микола Дорофєєв^A

к.т.н., провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач науково-дослідного відділу, e-mail: dorofeev83@meta.ua, ORCID: 0000-0001-8607-2483

Тетяна Фіцайло^A

Молодший науковий співробітник науково-дослідного відділу, e-mail: tania0777@ukr.net, ORCID: 0009-0005-6534-8483

Борис Мельник^B

к.т.н., начальник науково-дослідного відділу, e-mail: melnikboss1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5635-0099

Сергій Россіп^C

заступник начальника відділу, e-mail: sergross@ukr.net, ORCID: 0009-0000-6140-834X

Yuriy Veklenko^A

*Corresponding author: Senior Researcher – Senior Test Engineer, e-mail: YraV17@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1658-0102

Mykola Dorofeev^A

Ph.D.in Technical Science, Leading Researcher – Leading Test Engineer, e-mail: dorofeev83@meta.ua, ORCID: 0000-0001-8607-2483

Tetiana Fitsailo^A

Junior researcher, e-mail: tania0777@ukr.net, ORCID: 0009-0005-6534-8483

Boris Melnyk^B

Ph.D. in Technical Science, Head of Research Department, e-mail: melnikboss1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5635-0099

Sergiy Rossip^C

Deputy Head of Department, e-mail: sergross@ukr.net, ORCID: 0009-0000-6140-834X

^AДержавний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси, Україна

^BЦентральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна

^CНаціональний університет оборони України, м. Київ, Україна

^AState Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Cherkasy, Ukraine

^BCentral Research Institute of weapons and military equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

^CNational Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: September 30, 2023 | Revised: October 18, 2023 | Accepted: October 31, 2023

DOI: 10.33445/sds.2023.13.5.2

Мета роботи: впровадження методики оцінки балістичних характеристик (випробувань, дослідних стрільб) мінометних пострілів іноземного виробництва для складання скорочених тимчасових таблиць стрільби для мінометів різних виробників за результатами дослідних стрільб на артилерійській директрисі.

Метод дослідження: системний аналіз, математична статистика.

Результати дослідження: за результати проведених практичних стрільб по методиці щодо визначення оцінювання балістичних характеристик мінометних пострілів на створеній балістичній трасі були отримані точні, розгорнуті дані які наведені вище за допомогою яких було здійснено розрахунок таблиць стрільби.

Теоретична цінність дослідження: обумовлена тим, що створення сучасних артилерійських систем (засобів) вогневого ураження, розробка удосконалення (модернізація) існуючих боеприпасів, складання відповідних таблиць стрільби потребує практичного проведення стрільб, методика яких описана в даній статті.

Тип статті: науково-практична.

Purpose: is implementation of the methodology of assessing the ballistic characteristics (tests, test firings) of foreign-made mortar shots for the compilation of abbreviated temporary firing tables for mortars of different manufacturers based on the results of test firings at the artillery directorate.

Method: system analysis, mathematical statistics.

Findings: based on the results of practical shootings according to the methodology for determining the assessment of ballistic characteristics of mortar shots on the created ballistic track, accurate, detailed data were obtained, which are given above, with the help of which the firing tables were calculated.

Theoretical implications: is due to the fact that the creation of modern artillery systems (means of fire damage), the development of improvements (modernization) of existing ammunition, the compilation of appropriate firing tables requires practical firing, the methodology of which is described in this article.

Paper type: scientific and practical.

Ключові слова: балістика, мінометна міна, траєкторія, артилерія, таблиці стрільби.

Key words: ballistics, mortar mine, trajectory, artillery, firing tables.

1. Вступ

З початком широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України виникла нагальна потреба у сучасних вогневих засобах ураження противника.

В рамках військової матеріально-технічної допомоги від союзників та партнерів (США, Велика Британія, Німеччина, інші) до артилерійських підрозділів Збройних Сил України надходить значна кількість артилерійського озброєння та засобів ураження широкої номенклатури, які перебувають на озброєнні країн-членів НАТО та Європейського Союзу.

2. Теоретичні основи дослідження

Необхідність проведення досліджень обумовлюється тим, що через виключну складність процесів функціонування і значної кількості взаємопов'язаних між собою параметрів та характеристик артилерійських систем неможливо під час вибору проектних, технічних та експлуатаційних рішень покладатися тільки на апріорні уявлення й теоретичні припущення про їх зміну в різних умовах. Для підтвердження правильності обраних і прийняття нових рішень необхідним є експеримент – випробування практичними стрільбами.

Практичне проведення відстрілу новітніх боєприпасів надасть можливість розробки та удосконалення наукових методів проектування різноманітних засобів вогневого ураження, які потребують визначення балістичних характеристик для складання таблиць стрільби.

Дослідженнями та методиками створення таблиць стрільби наземної артилерії займалися такі вчені як Б.В. Шмельков, А.Ю. Козлов, Н.М. Монченко, Л.М. Лисенко, Стеля О. Б., Сіренко І. П., Потапенко Л. І.

3. Постановка проблеми

Враховуючи, що вступ України до НАТО є одним з найпріоритетніших напрямів зовнішньої політики країни в найближчій та довгостроковій перспективі, з урахуванням ведення бойових дій з російською федерацією, виникає нагальна необхідність проведення оцінювання артилерійських та мінометних пострілів іноземного виробництва, визначення відповідності таблиць стрільби та можливості застосування таких пострілів наявними у Збройних Силах України зразками озброєння, а також опрацювання та пошук шляхів вирішення проблемних питань, які були виявлені в підрозділах під час бойового застосування мінометних пострілів та мінометів отриманих від країн-партнерів.

4. Результати

Таблиці стрільби призначені для представлення всіх необхідних чисельних даних та довідкових відомостей з метою визначення в найкоротші строки установок прицільних пристроїв артилерійських систем (мінометів, бойових машин, ракетної установки), а також для дистанційних підричників, які забезпечують проходження траєкторії снаряду як можливіше ближче до заданої точки прицілювання в конкретних умовах стрільби (без застосування спеціальних обчислювальних пристроїв) з максимально можливою точністю в конкретних бойових умовах.

Аналіз сучасного стану існуючих математичних методів дослідження руху артилерійського снаряду (мінометної міни) свідчить про те, що вони дозволяють теоретично визначати вплив зовнішніх умов на їх траєкторію з певними похибками.

Головною складовою методики розрахунку і практичного застосування таблиць стрільби являється отримання вихідних даних траєкторії польоту снарядів, визначення швидкості снаряду протягом всієї траєкторії польоту, висоти траєкторії, дальності, коефіцієнту лобового опору (C_x) та коефіцієнту форми снаряду (i) [1].

Безпосередньо таблиці стрільби розраховуються шляхом інтегрування системи диференціальних рівнянь руху снаряда (міни). Урахування коливальних рухів навколо центру мас снаряду є досить рідкісним явищем. Тому "робочою" системою диференціальних рівнянь, як правило, є система, що описує рух тільки центру мас.

Основні припущення умов польоту снарядів (мін):

Снаряд (міна) в будь-який момент часу розглядається як абсолютно жорстке тіло, тобто не враховуються їх пружність;

- снаряд (міна) симетричний відносно повздовжньої вісі інерції;

- центр мас снаряда (міни) лежить на його геометричній вісі;

- вектор сили опору повітря лежить в площині, яка проходить через вісь снаряда (міни) та дотичну до траєкторії;

- вважається, що будь-який момент руху центр тиску снаряда (міни) співпадає з його центром мас, а навколо центра мас діє аеродинамічний перекидний момент;

- сила тяжіння не змінює свого напрямку на всій траєкторії польоту снаряда;

- при виведенні диференціальних рівнянь просторового руху снаряда (міни), обмежились використанням прямокутних правих систем відліку: нормальної земної системою координат (сили, які задані в системі координат пов'язаною з Землею); траєкторної системи координат (пов'язаною з вектором швидкості снаряда; зв'язаної системи координат (пов'язаною з корпусом снаряда);

- нормальна земна система координат розглядається як базова система відліку на всій ділянці траєкторії;

- вогнева позиція та ціль розташовані на одній висоті; висота вибуху дорівнює нулю;

- враховані наступні табличні метеорологічні фактори: тиск повітря на рівні вогневої позиції – 1000 мб (750 мм рт. ст.); температура повітря на рівні вогневої позиції – (+15⁰С) при вологості 50%;

- балістичні параметри та характеристики мають паспортні (формулярні) та табличні значення [1].

Розрахунок за системою диференціальних рівнянь буде надавати результати, які будуть відрізнятись від отриманих при дійсній стрільбі.

Перевірка та уточнення таблиць стрільби різних зразків озброєння, у тому числі мінометів, є обов'язковим заходом і здійснюється за необхідності введення в дію:

- розрахованих теоретичним методом таблиць стрільби на новий зразок озброєння;

- існуючих таблиць стрільби на реальний зразок озброєння у випадку його модернізації (зміни окремих характеристик);

- таблиць стрільби на зразок озброєння іноземного виробництва у випадку його закупівлі та прийняття на озброєння.

Для проведення оцінювання визначається перелік мінометних пострілів іноземного виробництва та мінометів, які є на озброєнні у ЗС України для стрільби ними.

Основними етапами оцінювання є:

- стрільбові балістичні випробування згідно методики;

- практична стрільба по цілі з метою підтвердження (уточнення) ТС;

- практичні стрільби з метою підтвердження існуючих ТС;

- проведення розрахунків для формування вихідних даних (попередні дані для ТС);

- проведення розрахунків з метою уточнення вихідних даних для формування ТС;

- проведення розрахунків з метою уточнення існуючих ТС;

- формування скорочених тимчасових ТС;

- підтвердження існуючих ТС [2].

Стрільбові балістичні випробування здійснювалися згідно методики щодо перевірки та уточнення таблиць стрільби мінометів різного калібру.

Методика щодо перевірки та уточнення таблиць стрільби здійснюється дослідно-теоретичним методом. Невід'ємним заходом для перевірки та уточнення таблиць стрільби є проведення дослідних стрільб. Після обробки результатів стрільб, проведення необхідних розрахунків робляться висновки щодо придатності таблиць стрільби до використання.

Дослідження щодо перевірки та уточнення таблиць стрільби умовно можна поділити на три етапи:

- підготовка до проведення досліджень (стрільб);
- проведення дослідних стрільб;
- обробка результатів досліджень.

Підготовка до проведення досліджень включає в себе підготовку дослідної групи і включає теоретичну підготовку особового складу групи, підготовку матеріально-технічного та програмно-математичного забезпечення. Особовий склад (обслуговуючий персонал), допущений до участі в проведенні стрільб, повинен знати матеріальну частину та технічні характеристики зразків озброєння (приладів, пристроїв) та мати достатні практичні навички роботи на них. Рівень навченості персоналу перевіряється шляхом практичної перевірки вмій і навичок, необхідних для якісного виконання ним своїх функціональних обов'язків, а також знання та дотримання заходів безпеки під час проведення стрільб.

Перед початком проведення стрільб здійснюється підготовка місць для проведення досліджень (стрільб), а саме – **обладнується директриса**. Директриса розбивається геодезичним методом на мало пересіченій місцевості, відкритій для спостереження. Початок директриси і положення кожного кілометра фіксується центрами, над якими встановлюються дерев'яні стовпи висотою 5-6 м, укріплені на металевих основах. Помилки установки кілометрових стовпів за дальністю не повинні перевищувати 1/5000 дальності, а відхилення окремих стовпів від напрямку директриси – ± 1 м.

У районі падіння мін між цими стовпами на відстані 100 м встановлюються стовпи висотою 0,5 м з круговою помилкою не більше 0,5 м. Оскільки координати точок падіння повинні визначатися відносно точки вильоту, проводиться нівелювання зробленої директриси.

Паралельно до директриси на відстані 1 км обладнуються спостережні пункти, які прив'язуються на геодезичній основі. Кругова помилка прив'язки спостережних пунктів не повинна перевищувати 0,5 м. Вогнева позиція обладнується відповідно до вимог діючих нормативних документів.

Положення міномета на вогневій позиції визначається геодезичним методом. Дирекційний кут стрільби має бути наближений до дирекційного кута директриси.

Перед проведенням практичних стрільб перевіряється наявність озброєння, засоби матеріально-технічного та метрологічного забезпечення, проводиться їх контрольний огляд та перевірка роботи їх механізмів і пристроїв. Справність всіх вимірювальних приладів, пристроїв повинна бути підтверджена відповідними документами (актами, повірочними свідоцтвами тощо).

Призначені для відстрілу постріли повинні бути перевірені на їх відповідність встановленому кресленню та комплектність згідно з формулярами.

Обов'язковим є визначення маси міни, що пред'являється на випробування. Маса кожної міни не повинна відхилитися від табличної більше, ніж на два вагових знаки. Міни, призначені для відстрілу однієї траєкторії при одному куті кидання й заряді, повинні мати однаковий ваговий знак.

Заряди повинні бути зібрані з порохів одного заводу і однієї партії для кожної марки пороху, що входить до складу заряду. Готові заряди витримуються протягом 2-3 діб в спеціальних приміщеннях при температурі, близькій до нормального значення ($+15^{\circ}\text{C}$). Температура зарядів t_z визначається за допомогою батарейного термометра. Щоб запобігти

зміні температури, заряди зі сховища доставляються на вогневу позицію в теплоізоляційних мішках або теплоізоляційних ящиках не раніше ніж за 15 хв до початку відстрілу.

Початкова швидкість міни визначається за допомогою балістичної станції після кожного пострілу[3, 4].

Під час проведення стрільб визначаються метеорологічні умови як на поверхні землі, так і на різних висотах в межах максимальної висоти польоту міни для траєкторій, які відстрілюються. Відповідно до цього визначають значення метеорологічних елементів: наземний тиск, температуру та вологість повітря, швидкість і напрямок наземного вітру, розподілення по висоті температури, тиску повітря і вітру.

Наземна температура, тиск повітря вимірюються з інтервалом в 1 год. протягом усього часу стрільб. Вимірний наземний тиск повітря приводиться до висоти вогневої позиції (1):

$$H_{вп} = H_{мп} + \frac{h_{мп} - h_{вп}}{B} \quad (1)$$

де, B – барометричний ступінь;
 $H_{мп}, H_{вп}$ – тиск повітря на рівні метеопосту (метеостанції) та вогневої позиції;
 $h_{мп}, h_{вп}$ – висота метеостанції та вогневої позиції.

$$B = 29,27 + \frac{273+t}{h_{мп}} \quad (2)$$

де t – температура повітря.

За вимірному значенню температури повітря розраховується віртуальна температура t_v .

$$t_v = t + \Delta t_v \quad (3)$$

де, Δt_v – віртуальна поправка, значення якої у таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення віртуальних поправок

$t, ^\circ\text{C}$	-20	-15	-10	-5	0	1	5	10	15	20	25	30	35	40
$\Delta t_v, ^\circ\text{C}$	0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	1,3	1,8	2,4	3,3	4,4

Температура і тиск повітря на різних висотах вимірюється методами радіозондування атмосфери. Пуск радіозондів проводиться через кожні 2 год.

Перший радіозонд випускається перед початком відстрілу першої, останній – після закінчення відстрілу останньої групи.

Під час нестійкої погоди, яка характеризується швидкими змінами атмосферного тиску і температури, шквалистим вітром, грозовим станом атмосфери, стрільби не проводяться.

При проведенні стрільб призначають кути кидання $\theta_0 = 85^\circ, 75^\circ, 65^\circ, 55^\circ, 45^\circ$. Данні випробування необхідно проводити трикратно, в три різні дні. Для визначення початкової швидкості і дальності необхідно на кожному куті кидання провести 5-7 залікових пострілів. Перед початком стрільби на кожному куті кидання необхідно зробити один прогрівний постріл для прогріву ствола міномета і остаточного видалення змащення. Тривалість серії пострілів на кожному куті кидання не повинна перевищувати 30 хв[5,6].

Кути кидання при кожному пострілі повинні встановлюватися по квадранту, а не за допомогою прицільних приладів.

Після проведення практичних стрільб здійснюється обробка результатів досліджень.

Визначення фактичної величини початкової швидкості при відстрілі кожної групи проводиться з метою привести результати траєкторій до нормальних (табличних) умов.

За результатами вимірювань для кожного пострілу τ_1 та τ_2 визначають їх середні значення $\tau_{1сер}$ та $\tau_{2сер}$ та розраховують середнє значення швидкості, м/с (4):

$$V_{0cep} = \frac{2}{\tau_0} 10^6 \quad (4)$$

де, $\tau_0 = 2 \cdot \tau_{1cep} - \tau_{2cep}$.

Відхилення початкової швидкості $\Delta V_0, \%$ від табличного значення V_{0m} визначається за формулою (5):

$$\Delta V_0 = \frac{V_{0cep} - V_{0m}}{V_{0m}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Визначення дальності польоту та характеристик розсіювання проводиться за результатами проведення стрільб – за координатами точок розривів мін.

Встановлюються наступні дані: дальність польоту і характеристики розсіювання B_d і B_b . Розрахунок дальності може проводитись двома способами.

Першим способом за прямокутними координатами вогневої позиції (міномета) ($x_{вп}, y_{вп}$) графічно (аналітично) визначають координати вогневої позиції (міномета) в системі координат, пов'язаної з директрисою ($x_{вп.д}$ та $z_{вп.д}$) (рис. 1).

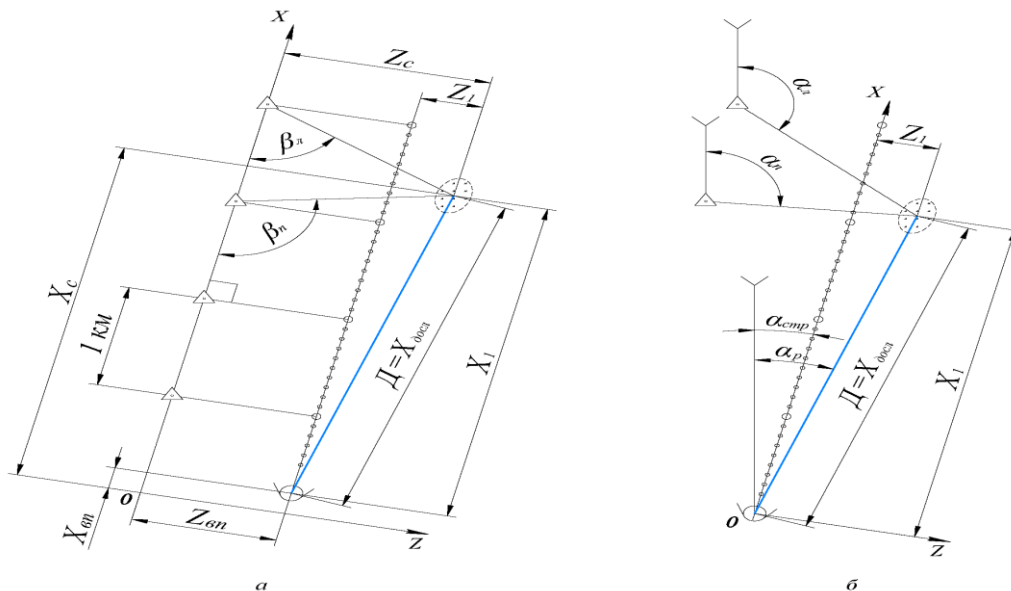


Рисунок 1 – Система координат, пов'язана з директрисою

За прямокутними координатами точок розривів (x_p, y_p) графічно (аналітично) визначають їх координати в системі координат, пов'язаною з директрисою ($x_{p.д}$ та $z_{p.д}$).

За цими даними визначаються координати середньої точки розривів $x_{с.д}, z_{с.д}$ для групи пострілів, тобто для однієї стрільби, проведеної при постійному куті кидання та заряді (6):

$$\left. \begin{aligned} x_{с.д} &= \frac{\sum x_{p.д}}{n} \\ z_{с.д} &= \frac{\sum z_{p.д}}{n} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де n – кількість пострілів у групі.

Проекції повної дальності на координатні осі x_1 і z_1 , зв'язані з директрисою, визначаються виразами (7):

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_{с.д} - x_{вп.д} \\ z_1 &= z_{с.д} - z_{вп.д} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

У такому випадку дослідна дальність $X_{досл}$ визначається співвідношенням (8):

$$X_{досл} = \sqrt{x_1^2 + z_1^2} \quad (8)$$

Другим способом за виміряними (геодезичним способом) прямокутними координатами точок розривів мін рішенням зворотної геодезичної задачі визначаються дальність та дирекційний кут (D_i, α_i). Значення координат в системі директриси x_i та z_i визначаються за формулами (9):

$$\left. \begin{aligned} x_i &= D_i \cdot \cos|\alpha_i - \alpha_{cmp}| \\ z_i &= D_i \cdot \sin|\alpha_i - \alpha_{cmp}| \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

За цими даними визначаються координати x_c та z_c та дослідна дальність $X_{досл}$ середньої точки падіння (розриву) мін для групи пострілів (10):

$$\left. \begin{aligned} x_c &= \frac{\sum x_i}{n} \\ z_c &= \frac{\sum z_i}{n} \\ X_{досл} &= \frac{\sum D_i}{n} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Серединні відхилення B_d і B_b , які характеризують розсіювання снарядів при стрільбі на дальність, розраховуються за відхиленнями від арифметичної середини (11):

$$\left. \begin{aligned} B_d &= 0,6745 \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_c)^2}{n-1}} \\ B_b &= 0,6745 \sqrt{\frac{\sum (z_i - z_c)^2}{n-1}} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Результати розрахунків узагальнюються та визначається середнє значення величини дослідної дальності, приведеної до нормальних умов[3-5].

На сьогоднішній день на одному з полігонів Збройних Сил України була проведена практична робота по відстрілу і розрахунку даних для тимчасових скорочених таблиць стрільби іноземними мінами з мінометів різних виробників.

Стрільбові балістичні дослідження 120 мм пострілом з осколково-фугасною міною М933D (рис.2):

- маса міни без заряду – 14,2 кг (вагові позначення відсутні);
- заряд – 480 гр. (1 пучок – 120 гр., із них 3 гр. – матерчата оболонка);
- довжина міни 710 мм.

- стали вихідними даними для складання тимчасових скорочених таблиць стрільби за даною методикою до 120 мм міномету НМ-16 (рис. 3).



Рисунок 2 – 120 мм постріл з осколково-фугасною міною М933D



Рисунок 3 – 120 мм міномет НМ-16

Результати стрільби 120 мм пострілом з осколково-фугасною міною М933Д з 120 мм міномету НМ-16 наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати стрільби 120 мм пострілом

№ з/п	Заряд на якому здійснювалися постріли	Температура заряду	Установка підричника	Час	Початкова швидкість (м/с)	Отримані координати розривів	Дані по розривах
перший стрільбо вий день, кут підвищення 80°							
1.	Перший (один пучок)	+15°C	0	15:15:48	171,469	X=***54 Y=***70 H=335	Д=955 $\alpha=46-21$
2.	Перший (один пучок)	+15°C	0	15:18:18	177,244	X=***92 Y=***23 H=334	Д=1007 $\alpha=46-51$
3.	Перший (один пучок)	+15°C	0	15:20:45	175,238	X=***97 Y=***65 H=336	Д=967 $\alpha=46-63$
4.	Другий (два пучка)	+15°C	0	15:37:15	237,356	X=***64 Y=***79 H=326	Д=1665 $\alpha=46-34$
5.	Другий (два пучка)	+15°C	0	15:39:07	236,448	X=***41 Y=***81 H=325	Д=1649 $\alpha=46-21$
6.	Другий (два пучка)	+15°C	0	15:40:46	239,396	X=***77 Y=***53 H=326	Д=1682 $\alpha=46-39$
7.	Третій (три пучка)	+15°C	0	15:58:15	293,29	X=***96 Y=***10 H=328	Д=2313 $\alpha=45-67$

№ з/п	Заряд на якому здійснювалися постріли	Температура заряду	Установка підричника	Час	Початкова швидкість (м/с)	Отримані координати розривів	Дані по розривах
8.	Третій (три пучка)	+15°C	0	16:00:08	293,959	X=***00 Y=***99 H=329	Д=2324 α=45-69
9.	Третій (три пучка)	+15°C	0	16:02:40	292,487	X=***79 Y=***94 H=327	Д=2228 α=45-63
10.	Четвертий (чотири пучка)	+15°C	0	16:21:06	338,576	X=***53 Y=***45 H=335	Д=2781 α=45-76
11.	Четвертий (чотири пучка)	+15°C	0	16:23:07	338,69	X=***78 Y=***28 H=336	Д=2800 α=45-84
12.	Четвертий (чотири пучка)	+15°C	0	16:24:53	338,336	X=***73 Y=***68 H=335	Д=2759 α=45-83
другий стрільбовий день, кут підвищення 60°							
13.	Перший (один пучок)	+13°C	0	09:33	165,1	X=***91 Y=***12 H=325	Д=2135 α=46-61
14.	Перший (один пучок)	+13°C	0	09:40	171,5	X=***24 Y=***62 H=326	Д=2289 α=46-64
15.	Перший (один пучок)	+13°C	0	09:41	172,4	X=***36 Y=***49 H=327	Д=2304 α=46-68
другий стрільбовий день, кут підвищення 50°							
16.	Перший (один пучок)	+13°C	0	09:48	169,4	X=***00 Y=***93 H=332	Д=2529 α=45-63
17.	Перший (один пучок)	+13°C	0	09:49	170,1	X=***02 Y=***63 H=333	Д=2560 α=45-63
18.	Перший (один пучок)	+13°C	0	09:50	172,7	X=***25 Y=***24 H=332	Д=2600 α=45-71
другий стрільбовий день, кут підвищення 45°							
19.	Перший (один пучок)	+15°C	0	12:21	171,8	X=***04 Y=***62 H=331	Д=2660 α=45-61
20.	Перший (один пучок)	+15°C	0	12:22	175,7	X=***15 Y=***63 H=333	Д=2760 α=45-63
21.	Перший (один пучок)	+15°C	0	12:24	173,9	X=***09 Y=***09 H=332	Д=2714 α=45-62
третій стрільбовий день, кут підвищення 60°							
22.	Другий (два пучка)	+16°C	0	9:52	235,7	X=***46 Y=***02 H=334	Д=3927 α=45-76

№ з/п	Заряд на якому здійснювалися постріли	Температура заряду	Установка підричника	Час	Початкова швидкість (м/с)	Отримані координати розривів	Дані по розривах
23.	Другий (два пучка)	+16°C	0	9:53	235,3	X=***29 Y=***55 H=333	Д=2873 α=45-73
24.	Другий (два пучка)	+16°C	0	9:55	237,1	X=***43 Y=***98 H=334	Д=3931 α=45-75
25.	Третій (три пучка)	+16°C	0	9:57	289,3	X=***33 Y=***39 H=336	Д=5469 α=46-76
26.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:18	288,5	X=***48 Y=***73 H=336	Д=5438 α=46-79
27.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:19	290,7	X=***21 Y=***27 H=336	Д=5479 α=46-73
28.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:23	336,2	X=***47 Y=***58 H=351	Д=6590 α=46-92
29.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12,26	336,5	X=***54 Y=***31 H=346	Д=6598 α=46-78
30.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:27	335,7	X=***32 Y=***57 H=345	Д=6569 α=46-75
третій стрільбовий день, кут підвищення 50°							
31.	Другий (два пучка)	+16°C	0	9:57	236,5	X=***10 Y=***65 H=326	Д=4460 α=45-59
32.	Другий (два пучка)	+16°C	0	9:59	237,0	X=***48 Y=***40 H=326	Д=4487 α=45-67
33.	Другий (два пучка)	+16°C	0	10:00	235,0	X=***48 Y=***80 H=324	Д=4447 α=45-68
34.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:13	287,8	X=***64 Y=***89 H=342	Д=6132 α=46-77
35.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:14	288,5	X=***46 Y=***16 H=343	Д=6200 α=46-72
36.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:15	288,4	X=***33 Y=***31 H=342	Д=6183 α=46-71
37.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:17	337,5	X=***75 Y=***33 H=340	Д=7562 α=47-09
38.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:18	334,3	X=***51 Y=***33 H=338	Д=7460 α=47-09

№ з/п	Заряд на якому здійснювалися постріли	Температура заряду	Установка підричника	Час	Початкова швидкість (м/с)	Отримані координати розривів	Дані по розривах
39.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:19	336,5	X=***48 Y=***17 H=339	Д=7475 $\alpha=47-08$
третій стрільбовий день, кут підвищення 45°							
40.	Другий (два пучка)	+16°C	0	10:02	235,0	X=***33 Y=***92 H=326	Д=4534 $\alpha=45-63$
41.	Другий (два пучка)	+16°C	0	10:03	235,2	X=***21 Y=***76 H=326	Д=4549 $\alpha=45-60$
42.	Другий (два пучка)	+16°C	0	10:04	235,2	X=***30 Y=***70 H=326	Д=4556 $\alpha=45-62$
43.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:07	286,1	X=***96 Y=***67 H=344	Д=6240 $\alpha=46-63$
44.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:09	287,8	X=***26 Y=***13 H=343	Д=6298 $\alpha=46-67$
45.	Третій (три пучка)	+16°C	0	10:10	287,5	X=***37 Y=***20 H=344	Д=6293 $\alpha=46-68$
46.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:08	335,2	X=***86 Y=***74 H=341	Д=7699 $\alpha=46-94$
47.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:12	-	X=***78 Y=***64 H=344	Д=7728 $\alpha=47-05$
48.	Четвертий (чотири пучка)	+19°C	0	12:14	-	X=***91 Y=***80 H=344	Д=7715 $\alpha=47-07$

Результати стрільбових балістичних досліджень 120 мм пострілом з осколково-фугасними мінами M933D є вихідними даними для розробки тимчасових скорочених таблиць стрільби до 120 мм міномету NM16.

5. Висновки

За результати проведених практичних стрільб по методиці щодо визначення оцінювання балістичних характеристик мінометних пострілів на створеній балістичній трасі були отримані точні, розгорнуті дані які наведені вище за допомогою яких було здійснено розрахунок таблиць стрільби.

Завдяки використанню артилерійської балістичної траси та опробованої методики розрахунку скорочених таблиць стрільби під час експериментальних (практичних) стрільб стає можливим отримувати повні та розгорнуті дані результатів стрільб для їх якісної обробки та підтвердження тактико-технічних характеристик новітніх зразків озброєння. Таким чином необхідно створювати і вдосконалювати на полігонах Збройних Сил України артилерійську директрису (балістичну трасу), методику оцінки (розрахунку) таблиць стрільби, що в свою

чергу значно підвищить рівень проведення випробувань артилерійських систем та пострілів до них на полігонах Збройних Сил України.

6. Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

7. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Шмельков В.Б., Козлов А.Ю., Монченко М.М. Составление таблиц стрельбы наземной артиллерии. Без вихідних даних, 44 С;
2. Makeyev V.I., Petrenko V.M., Zhytnyk V.E., Kolobylin S.M. Методика розрахунку характеристик розсіювання некерованих літальних апаратів. Системи обробки інформації. Зб. наук. пр. Харків: ХВУ, 2011. Вип. 4 (94). С. 39–42.;
3. Королев С.А. Методика имитационного моделирования рассеивания снарядов. Интеллектуальные системы в производстве. 2019. Том 17, № 1. С. 57-62.;
4. Стеля, О. Б., Сіренко І. П., Потапенко Л. І. Комп'ютерне моделювання траєкторії руху центра маси тіла, кинутого під кутом до горизонту. Журн. обчисл. та прикл. матем. 2014. № 3 (117). С. 87-95.;
5. Стеля, О. Б., Сіренко І. П., Потапенко Л. І. Використання параболічного сплайна для інтерполяції функцій опору повітря. Військово-Технічний збірник. Національна Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. 2016. № 14. С. 54-59.;
6. Правила стрільби і управління вогнем наземної артилерії (дивізіон, батарея, взвод, гармата), затверджені наказом Генерального штабу Збройних Сил України від 05.01.2018 року №6.

References

1. Shmel'kov V.B., Kozlov A.YU., Monchenko M.M. Sostavleniye tablits strel'by nazemnoy artillerii. Bez vikhidnykh danikh, 44 S.
2. Makeyev V.I., Petrenko V.M., Zhytnyk V.E., Kolobylin S.M. (2011). Metodyka rozrakhunku kharakterystyk rozsiyuvannya nekerovanykh lital'nykh aparativ. Systemy obrobky informatsiyi. *Zb. nauk. pr. Kharkiv: KHVU*, Vyp. 4 (94). S. 39–42.
3. Korolev S.A. Metodika imitatsionnogo modelirovaniya rasseivaniya snaryadov. *Intellektual'nyye sistemy v proizvodstve*. 2019. Tom 17, № 1. S. 57-62.
4. Stelya, O. B., Sirenko I. P., Potapenko L. I. Komp'yuterne modelyuvannya trayektoriyi rukhu tsentra masy tila, kynutoho pid kutom do horyzontu. *Zhurn. obchysl. ta prykl. matem.* 2014. № 3 (117). S. 87 95.
5. Stelya, O. B., Sirenko I. P., Potapenko L. I. Vykorystannya parabolichnoho splayna dlya interpolyatsiyi funktsiy oporu povitrya. *Viys'kovo-Tekhnichnyy zbirnyk. Natsional'na Akademiya sukhoputnykh viys'k imeni het'mana Petra Sahaydachnoho*. 2016. № 14. S. 54.
6. Pravyla stril'by i upravlinnya vohnem nazemnoyi artyleriyi (divizion, batareya, vzvod, harmata), yaki zatverdzeni nakazom Heneral'noho shtabu Zbroynykh Syl Ukrayiny 05.01.2018 №6.