

УДК 623.546

В.І. Макеєв, А.Ф. Раскошній, В.М. Петренко, В.С. Зубко

Сумський державний університет, Суми

## ОБЛІК ЗМІЩЕННЯ ЦЕНТРА ГРУПУВАННЯ РОЗРИВІВ СНАРЯДІВ У НАСЛІДОК РОЗІГРІВУ СТВОЛІВ ГАРМАТ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ВОГНЕВИХ ЗАВДАНЬ

*В статті проведений аналіз впливу зміщення центра групування снарядів, яке виникає у наслідок розігріву ствола під час ведення інтенсивного вогню. Розглянуто існуючі способи визначення та обліку впливу розігріву ствола в ході підготовки та ведення вогню. Запропоновано спосіб урахування розігріву ствола під час коректування стрільби на ураження спостережених цілей за допомогою перспективної балістичної станції, що встановлюється на кожній гарматі та алгоритм обліку розігріву ствола в результаті інтенсивної стрільби.*

**Ключові слова:** центр розсіювання снарядів, сумарне відхилення початкової швидкості снарядів, балістичний коефіцієнт, витрата снарядів, тривалість вогневого нальоту.

### Вступ

**Постановка проблеми.** У ході виконання вогневих завдань артилерійськими підрозділами в наслідок розігріву стволів гармат відбувається зміщення центра групування розривів снарядів (ЦГРС) від точки прицілювання за дальністю. Неврахування даного зміщення призведе до зниження ефективності вогню, а у окремих випадках – до невиконання вогневого завдання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень показує, що величина та знак зміщення ЦГРС для кожної конкретної артилерійської системи залежить від номера заряду, на якому ведеться вогонь, кількості пострілів і режиму вогню [2, 3].

Зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат може досягати 2 % і більше дальності стрільби,

при цьому під час стрільби з гармат на повному заряді, як правило, виникають систематичні недоліти, а із гаубиць на найменшому заряді перельоти. Під час стрільби на інших номерах зарядів зміщення ЦГРС може призводити як до збільшення, так і до зменшення дальності польоту снарядів.

Основною причиною зміщення ЦГРС внаслідок розігріву ствола гармати є зміна балістичних характеристик снарядів: початкової швидкості ( $\delta V_{0pc}$ ) і балістичного коефіцієнта ( $\delta C_{pc}$ ). У табл. 1 наведені, відхилення балістичних характеристик снарядів для різних номерів зарядів які необхідно визначати для обліку зміщення ЦГРС. Для не зазначених у табл. 1 номерів зарядів допускають, що відхилення початкової швидкості ( $\delta V_{0pc}$ ) і балістичного коефіцієнта ( $\delta C_{pc}$ ) внаслідок розігріву ствола гармати дорівнюють нулю.

Таблиця 1

Номери зарядів, на яких передбачено  
врахування зміни балістичних характеристик снарядів внаслідок розігріву стволів гармат

Артилерійська система	Номер заряду	Балістичні характеристики снарядів
2С7	Повний	$\delta V_{0pc}$ , $\delta C_{pc}$
	Перший, Другий	$\delta C_{pc}$
2А36, 2С5	Повний	$\delta V_{0pc}$ , $\delta C_{pc}$
	Зменшений, Перший	$\delta C_{pc}$
Д-20, 2С3, 2С3М	Повний, Перший, Другий	$\delta C_{pc}$
	Шостий	$\delta V_{0pc}$
Д-30, 2С1	Четвертий	$\delta V_{0pc}$

Відхилення балістичних характеристик снарядів внаслідок розігріву стволів гармат під час підготовки установок до стрільби на даний час визнача-

ють наближено за кількістю запланованих пострілів і за часом стрільби з використанням даних таблиці вогню і таблиці обчислених установок [1].

У ході виконання вогневих завдань за допомогою артилерійської балістичної станції АБС-1 періодично визначають сумарне відхилення початкової швидкості снарядів ( $\Delta V_{0\text{сум}}$ ) для контрольної гармати. Якщо різниця  $\Delta V_{0\text{сум}}$  за даними вимірювань АБС-1 і прийнятого під час визначення установок для стрільби значення сумарного відхилення початкової швидкості снарядів за абсолютною величиною перевищує 0,2 %  $V_0$ , то уточнюють визначене значення установок прицілу (рівня).

Облік зміщення ЦГРС здійснюють під час виконання вогневих завдань з даної вогневої позиції, починаючи від моменту першого пострілу ( $T$ ) і кількості пострілів ( $N$ ), для яких у табл. 2 для кожної артилерійської системи вказані величини  $\delta V_{0\text{pc}}$  і  $\delta C_{\text{pc}}$ .

Таблиця 2

Відхилення початкової швидкості та балістичного коефіцієнта для гармати 2А36, 2С5 (Заряд ПОВНИЙ)

Час Т, хв.	Кількість пострілів N					
	20	30	40	50	60	70
10	<u>-0.3</u> 5	<u>-0.5</u> 8	<u>-0.6</u> 11	<u>-0.7</u> 15	<u>-0.8</u> 17	-
20	<u>-0.2</u> 5	<u>-0.4</u> 7	<u>-0.5</u> 10	<u>-0.7</u> 14	<u>-0.8</u> 16	<u>-1.0</u> 18
30	<u>-0.2</u> 4	<u>-0.4</u> 6	<u>-0.5</u> 8	<u>-0.7</u> 12	<u>-0.8</u> 15	<u>-1.0</u> 17
40	<u>-0.1</u> 2	<u>-0.3</u> 5	<u>-0.4</u> 8	<u>-0.6</u> 10	<u>-0.7</u> 13	<u>-0.8</u> 16
50	-	<u>-0.2</u> 4	<u>-0.4</u> 7	<u>-0.5</u> 9	<u>-0.6</u> 12	<u>-0.7</u> 14
60	-	<u>-0.2</u> 3	<u>-0.3</u> 6	<u>-0.3</u> 8	<u>-0.3</u> 10	<u>-0.3</u> 12
70	-	<u>-0.2</u> 2	<u>-0.4</u> 5	<u>-0.5</u> 7	<u>-0.6</u> 9	<u>-0.7</u> 10
80	-	-	<u>-0.3</u> 5	<u>-0.4</u> 6	<u>-0.6</u> 8	<u>-0.7</u> 9
90	-	-	<u>-0.3</u> 4	<u>-0.4</u> 5	<u>-0.3</u> 7	<u>-0.7</u> 9
100	-	-	<u>-0.3</u> 2	<u>-0.4</u> 4	<u>-0.5</u> 6	<u>-0.7</u> 8

Примітка: чисельник – відхилення початкової швидкості ( $\delta V_{0\text{pc}}$ ); знаменник – відхилення балістичного коефіцієнта ( $\delta C_{\text{pc}}$ ).

У зв'язку з тим, що у Таблицях стрільби відсутня таблиця поправки за дальністю на зміну балістичного коефіцієнта [3], для її визначення використовують таблицю поправки дальності на зміну тиску повітря.

Величина  $\delta C_{\text{pc}}$  в табл. 1 виражена в мм рт.ст., виходячи з умови, що зміна дальності стрільби за умови відхилення балістичного коефіцієнта на 1 % чисельно дорівнює зміні дальності стрільби під час відхиленні тиску повітря на 7,5 мм рт.ст. [3].

Облік зміщення ЦГРС організовує начальник штабу дивізіону.

Розрахунки, пов'язані з обліком зміщення ЦГРС, проводять на пункті управління вогнем дивізіону стосовно контрольної гармати, а їх дані враховують для всіх гармат дивізіону.

До початку виконання вогневих завдань, керуючись таблицею вирахованих установок і таблицею вогню [1], встановлюють номери вогневих нальотів, для яких необхідно враховувати зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат. Для цих вогневих нальотів за кількістю запланованих пострілів і часу стрільби за допомогою, наприклад, табл. 2 (для 2С7 і 2А36) визначають значення  $\delta V_{0\text{pc}}$  і  $\delta C_{\text{pc}}$  та розраховують вираховані установки прицілу або поправки у вирахованні установки прицілу (рівня) з урахуванням розігріву ствола гармати.

Для конкретної артилерійської системи та даного номера заряду входами в таблиці є кількість пострілів  $N$  і час  $T$  від моменту першого пострілу до середини вогневого нальоту:

$$N = N' + 0,5N_{\text{вн}};$$

$$T = T' + 0,5T_{\text{вн}},$$

де  $N'$  – кількість запланованих гарматі пострілів в даному номері заряду до початку вогневого нальоту;

$T'$  – час від моменту першого пострілу до початку вогневого нальоту з урахуванням перерви ведення вогню, хв.:

$$T' = T_{\text{вн}} + T_{\text{пер}};$$

$N_{\text{вн}}$  – витрата снарядів на гармату в даному вогневому нальоті, шт.;

$T_{\text{вн}}$  – тривалість даного вогневого нальоту, хв.

Під час визначення  $\delta V_{0\text{pc}}$  і  $\delta C_{\text{pc}}$  значення  $N$  і  $T$  округляють до найближчих значень, зазначених у таблицях.

У ході виконання вогневих завдань величини сумарних відхилень початкової швидкості снарядів, прийняті під час визначення установок для стрільби, уточнюють за даними АБС-1 і за необхідності вводять коректуру в приціл ( $\Delta П$ ), рівень ( $\Delta P_{\text{ив}}$ )

$$\Delta П(\Delta P_{\text{ив}}) = \frac{\Delta X_{V0}(\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{вимір}} - \Delta V_{0\text{сум}}^{\text{розра}})}{\Delta X_{\text{тис}}},$$

де  $\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{вимір}} - (\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{розра}})$  – сумарне відхилення початкової швидкості снарядів, визначене за результатами вимірювань АБС-1 (прийняте під час визначення установок для стрільби).

Сумарне відхилення початкової швидкості снарядів визначають  $\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{pc}}$  під час вогневого спостереження або в ході вогневого нальоту для контрольної гармати дивізіону.

Обробку результатів вимірювань АБС-1 виконують за допомогою мікрокалькулятора або графіка.

Необхідно відмітити, що коректура прицілу (рівня) визначається тільки для контрольної гармати дивізіону, так як АБС-1 знаходиться за штатом в дивізіоні в кількості одного виробу [1].

Під час стрільби однією партією зарядів на одному номері заряду сумарне відхилення початкової швидкості снарядів визначають за допомогою АБС-1 через проміжки часу, вказані в табл. 3.

Таблиця 3

Час між вимірами  
початкової швидкості снарядів за допомогою АБС-1

Артилерійська система	Номер заряду	Інтервали часу, хв.		
		1-й час	2-й час	3-й час
2С7	ПОВНИЙ, ПЕРШИЙ, ДРУГИЙ	20	50	60
2А36, 2С5	ПОВНИЙ ЗМЕНШЕНИЙ, ПРЕШИЙ	20	50	60
Д-20, 2С3, 2С3М, Д-30, 2С1	ШОСТИЙ, ЧЕТВЕРТИЙ	10	60	60
		10	60	60

Під час стрільби партією зарядів у разі переходу від одного номера заряду до іншого, незалежно від інтервалу часу від моменту вимірювання початкової швидкості снарядів до моменту стрільби, сумарне відхилення початкової швидкості снарядів визначають за першим пострілом в ході виконання вогневого завдання.

Під час переходу до вогню іншою, і-ю партією зарядів на тому ж номері заряду, для якого за допомогою АБС-1 визначена величина  $\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{АБС}}$ , визначають відхилення початкової швидкості снарядів через розігрів стволів гармат для попередньої партії зарядів

$$\Delta V_{0\text{рс}} = \Delta V_{0\text{сумрп}}^{\text{АБС}} - \Delta V_{0\text{сумнс}}^{\text{АБС}},$$

де  $\Delta V_{0\text{сумрп}}^{\text{АБС}}$  ( $\Delta V_{0\text{сумнс}}^{\text{АБС}}$ ) – сумарне відхилення початкової швидкості снарядів розігрітого (не розігрітого) ствола гармати.

Потім обчислюють сумарне відхилення початкової швидкості снарядів для і-й партії зарядів з урахуванням розігріву стволів гармат

$$\delta V_{0\text{сумі}} = \Delta V_{0\text{сумі}}^{\text{Н}} - \delta V_{0\text{рс}}.$$

Організація визначення та обліку зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат включає: встановлення вогневих нальотів, для яких необхідно враховувати зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат;

постановку завдань обчислювачам дивізіону щодо розрахунку величин  $\delta V_{0\text{рс}}$  і  $\delta C_{\text{рс}}$ ;

постановку завдань старшому офіцеру батареї, якій додана АБС-1;

контроль результатів розрахунків з обліку зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат і доведення до батарей коректур у вираховані установки для стрільби.

Начальник штабу дивізіону, керуючись таблицею вогню, таблицею вирахованих установок

дивізіону [1], встановлює вогневі нальоти, для яких необхідно враховувати зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат.

Під час поставлення завдань обчислювачам дивізіону він вказує номери, час початку і закінчення вогневих нальотів, витрату снарядів на гармату, номери зарядів і номери партії зарядів для кожного з цих нальотів.

Під час поставлення завдання старшому офіцеру батареї начальник штабу дивізіону вказує порядок роботи АБС-1 в ході виконання вогневих завдань. Старший офіцер батареї вказує командирю контрольної гармати та оператору АБС-1 порядок визначення величин  $\Delta V_{0\text{сум}}$  в ході виконання вогневих завдань.

Контроль результатів розрахунків з обліку зміщення ЦГРС внаслідок розігріву стволів гармат організовує начальник штабу дивізіону. Контроль підготовки АБС-1 до роботи і проведення розрахунків здійснює старший офіцер батареї.

Визначені за даними АБС-1 значення сумарного відхилення початкової швидкості снарядів передають на пункт управління вогнем дивізіону, де здійснюють розрахунок коректури у приціл (рівень).

**Постановка завдання.** Розглянутий спосіб обліку розігріву ствола в результаті інтенсивної стрільби є громіздким, потребує багато часу та дозволяє враховувати розігрів ствола тільки для контрольної гармати дивізіону.

Сучасний загальновійськовий бій стає все більш швидкопливним та мобільним, що вимагає від артилерії скорочення часу виконання вогневих завдань та підвищення точності вогню. Це спонукає до пошуку більш ефективних способів підготовки даних для стрільби.

На думку авторів одним з таких шляхів може стати автоматизація обліку зміни початкової швидкості снаряду під час інтенсивної стрільби.

## Виклад основного матеріалу

У ході виконання вогневих завдань артилерійськими підрозділами внаслідок розігріву ствола виникає зміщення центра групування розривів снарядів від точки прицілювання за дальністю, неврахування якого може призвести до зниження ефекти-

вності вогню, а в окремих випадках – до невиконання вогневого завдання.

Так під час стрільби з гармат на повному заряді, як правило, виникають систематичні недоліти (табл. 4) [3].

Під час стрільби на інших номерах зарядів зміщення ЦГРС може призводити як до збільшення, так і до зменшення дальності польоту снарядів.

Таблиця 4

Величини відхилень за дальністю  $\Delta X_{\delta}$  під час розігріву стволів в період інтенсивної стрільби

Найменування систем	Кількість снарядів, випущених з однієї гармати, шт.	Відхилення за дальністю $\Delta X_{\delta}$ , м
152-мм СП	90	недоліт 600
152-мм СП	140	недоліт 1500
152-мм П 2А36	30	недоліт 300

Основною причиною зміщення ЦГРС внаслідок розігріву ствола гармати під час інтенсивної стрільби є зміна балістичних характеристик снарядів.

Розігрів ствола супроводжується його тепловим розширенням, вигином і зміною теплових умов роботи заряду. Теплове розширення призводить до зменшення щільності заряджання та тиску форсування. З цієї причини початкова швидкість падає.

Втрата тепла на розігрів ствола в процесі інтенсивної стрільби зменшується, внаслідок чого початкова швидкість зростає. До збільшення початкової швидкості призводить і позитивна зміна температури зарядів.

У результаті під час розігріву ствола можна спостерігати як збільшення, так і зменшення початкової швидкості.

Так, під час розігріву ствола гармати у ході інтенсивної стрільби збільшується діаметральний розмір ствола, внаслідок чого з'являється дульний розтруб, що призводить до збільшення кута нутації, а отже, зменшується початкова швидкість снаряда.

У той самий час в ході стрільби на середні та максимальні дальності, особливо з гармат, переважає зменшення початкової швидкості снарядів через розігрів ствола гармати.

Існуючі Правила стрільби та управління вогнем артилерії [1] не дають рекомендацій з обліку розігріву ствола гармат під час інтенсивної стрільби.

Передбачається врахування розігріву ствола гармати під час інтенсивної стрільби проводити через періодичне уточнення сумарного відхилення початкової швидкості снарядів (за першими 3,

4 пострілами) в ході виконання вогневого завдання за допомогою перспективної багатоканальної балістичної станції.

Якщо на кожній гарматі встановити показник вимірювання швидкості снаряда, який буде передавати дані про виміряну швидкість снаряда на балістичну станцію, тоді старший офіцер батареї зможе періодично вводити поправки в приціл ( $\Delta П$ ), або в рівень ( $\Delta P_{iv}$ ) на різницю сумарних відхилень початкових швидкостей в ході підготовки установок та в ході стрільби на ураження за залежністю

$$\Delta П(\Delta P_{iv}) = \frac{\Delta X_{Vo} \cdot (\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{вимір}} - \Delta V_{0\text{сум}}^{\text{розр}})}{\Delta X_{\text{тис}}}$$

де  $\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{вимір}}$  – сумарне відхилення початкової швидкості снарядів, яке визначається в ході вогневого спостереження або в ході вогневого нальоту;

$\Delta V_{0\text{сум}}^{\text{розр}}$  – сумарне відхилення початкової швидкості снарядів, яке розраховане під час підготовки установок для стрільби.

Якщо перспективна багатоканальна балістична станція спряжена з ЕОМ, коректури в приціл  $\Delta П$ , або в  $\Delta P_{iv}$  оператор балістичної станції зможе визначити для кожної гармати батареї та передавати їх старшому офіцеру батареї.

З метою розв'язання даної задачі на ЕОМ перспективної артилерійської балістичної станції у наступних формулах авторами пропонується використання розробленого математичного апарату (використані позначення, що прийняті в зовнішній балістиці [2]).

$$x = \frac{v \cos \theta \cos \psi}{1 + \frac{2Y}{R_3}};$$

$$\dot{Y} = v \sin \Theta;$$

$$\dot{z} = v \cos \Theta \sin \psi;$$

$$\dot{v} = -a_x \cos \gamma - g \left(1 - \frac{2Y}{R_3}\right) \sin \Theta;$$

$$\dot{\Theta} = -\frac{g_0 \left(1 - \frac{2Y}{R_3}\right)}{v} \cos \Theta - \frac{a_x \cos \gamma w_x \sin \Theta}{v} + \frac{v \cos \Theta}{R_3 + Y} + 2\Omega_3 \cos B \sin a_r;$$

$$\dot{\Psi} = \frac{a_x \cos \gamma w_x}{v} + 2\Omega_3 (\sin B - \cos B \cos a_r \operatorname{tg} \Theta);$$

$$\dot{\pi}(Y) = \frac{\pi(Y) \dot{Y}}{R[\tau(Y) + \Delta\tau]};$$

де  $a_x = 0,474 \frac{id^2}{q_0} \pi(Y) v_{\text{гг}}^2 c_x(v_{\text{гг}});$

$$\cos \gamma = \frac{v - w_x \cos \Theta}{v_r};$$

$$v_r = \sqrt{1 - \frac{2(w_x \cos \Theta \cos \Psi + w_z \sin \Psi)}{v} + \frac{w^2}{v^2}};$$

$$w^2 = w_x^2 + w_z^2;$$

$$v_{\text{гг}} = v_r \sqrt{\frac{\tau_{0N}}{\tau(Y) + \Delta\tau}};$$

$$\tau_{0N} = 288,9^\circ \text{K};$$

$$\tau(Y) =$$

$$= \begin{cases} 289,0 - 0,00632Y & \text{при } 0 \leq Y \leq 9300; \\ 230 - 0,006328(Y - 9300) + 0,000001172(Y - 9300) & \text{при } 9300 \leq Y; \\ 221,5 & \text{при } 12000 \leq Y \leq 25700; \\ 221,5 + 0,00265(Y - 25700) & \text{при } Y > 25700. \end{cases}$$

Перевагою даного способу перед існуючим, є те, що він не потребує приведення вимірної швидкості снаряда до дульного зрізу. Нормалізація буде проводитися за допомогою ЕОМ АБС тільки для точки  $S_6$ .

Тоді поправка дальності буде визначена за залежністю:

$$\Delta D_6 = \frac{\partial x}{\partial V_6} \Delta V_6,$$

де  $\frac{\partial x}{\partial V_6}$  – табличне значення поправочного коефіцієнта, зміна дальності при зміні швидкості снаряда на 1%  $V_0$  в точці  $S_6$ ;

$\Delta V_6$  – відхилення початкової швидкості снаряду в точці вимірювання швидкості від табличного значення.

ЕОМ перспективної балістичної станції повинна дозволити вводити дані про систему, балістичні характеристики боєприпасів, умови стрільби (початкову швидкість снаряда, заряд, підрильник і т.д.). Ще однією перевагою запропонованого способу є те, що поправку в дальність  $\Delta D_6$  (приціл) може визначати начальник АБС на вогневій позиції батареї і передавати її старшому офіцеру на батареї, тобто, практично врахування впливу нутаційних коливань, розігрів стволів під час інтенсивної стрільби та інші фактори можуть враховуватися під час виконання вогневого завдання.

Проведені розрахунки показали, що точність визначення  $\Delta V_{0\text{сум}}$  для всіх гармат батареї за допомогою перспективної АБС становить 0,3 %  $V_0$  [3].

Під час визначення початкової швидкості снаряда для конкретної гармати, снаряда та заряду даної партії існуюча балістична станція АБС-1 не враховує вплив нутаційних коливань снаряда, викликаних початковими збуреннями, розігрівом ствола під час інтенсивної стрільби та іншими факторами, на зміну швидкості польоту снаряда в точці її вимірювання. Це виникає в наслідок того, що за допомогою АБС-1 швидкість снаряда вимірюється на відстанях 100-150 м від дульного зрізу ствола. В той же час, як показали розрахунки, нутаційні коливання затухають на відстані 1600-2500 м від дульного зрізу ствола. Стрільба в реальних умовах із гармат, які мають середній або великий знос каналу ствола, а також під час розігріву стволів у результаті інтенсивної стрільби, буде супроводжуватися значними початковими збуреннями, які призведуть до збільшення кутів нутації на траєкторії і, як результат, до значних відхилень дальності стрільби від наведених у табл. 4.

Аналіз даних наведений у табл. 4, показує, що під час вимірювання швидкості снаряда існуючою АБС-1 під час стрільби із гармат зі значним зносом ствола, або під час розігріву ствола у ході інтенсивної стрільби, допускаються помилки в дальності, в наслідок неврахування впливу нутаційних коливань 0,5-1,6 % дальності стрільби, а для стволів гармат зі значним зносом до 2,5 % дальності. Наведене не тільки не відповідає вимо-

гам повної підготовки установок для стрільби, але і може призвести до невиконання вогневого завдання.

Звідси випливає, що існуючі методи визначення початкової швидкості снаряда (а відповідно і  $\Delta V_{0\text{сум}}$ ) за допомогою існуючої АБС-1 в реальних умовах (під час стрільби із гармат, що мають знос стволів, або під час розігріву ствола під час інтенсивної стрільби) не відповідає вимогам точності повної підготовки, в результаті чого ефективність враження цілей знижується.

Проведені дослідження показали, що середня помилка визначення  $\Delta V_{0\text{сум}}$  для кожної гармати повинна бути 0,2-0,3 %  $V_0$  [3]. Дана точність може бути забезпечена під час визначення  $\Delta V_{0\text{сум}}$  кожній гарматі за допомогою багатоканальної АБС, яка вимірює швидкість снаряда в точці затухання нутаційних коливань. Прилад вимірювання початкової швидкості снаряда повинен встановлюватися на кожну гармату. Вимірювання швидкості снаряда відбувається за допомогою доплерівського радіолокатора. Радіолокаційний передатчик вмикається у момент спалаху дульного полум'я. Антенний блок приладу може мати масу до 15 кг. Він закріплений на гарматі таким чином, що переміщується за горизонтом і вертикально разом з нею. До його складу входять датчики дульного полум'я і з'єднувальний прилад, який дозволяє під'єднати до неї окремі датчик. Антена з'єднана кабелем з візуальним індикатором. Інструментальна помилка вимірювання швидкості снаряда для перспективної АБС може бути

$$\text{ES}V_{0\text{ін}} = 0,1\%V_0.$$

За допомогою даної методики можна врахувати зміну початкової швидкості через властивості партії зарядів  $\Delta V_{0\text{сум}}$  для пострілів, які будуть надходити для виконання вогневих завдань з артилерійських складів, тому що для них  $\Delta V_{0\text{зар}}$  – невідоме.

## Висновки

Існуючий спосіб визначення розігріву ствола в результаті інтенсивної стрільби є громіздким та потребує багато часу.

Авторами запропонований спосіб урахування розігріву ствола в результаті інтенсивної стрільби за допомогою перспективної балістичної станції, яка встановлена на кожній гарматі.

Авторами запропонований алгоритм обліку розігріву ствола в результаті інтенсивної стрільби.

## Список літератури

1. Правила стрільби і управління вогнем артилерії. Група, дивізіон, батарея, взвод, гармата. – К.: «Варта», 2008 – 160с.
2. Дмитриевский А.А. Внешняя баллистика / А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко. – М.: Машиностроение. 2005 – 608 с.
3. Макеев В.И. Балістична підготовка стрільби, методи і засоби її удосконалення / В.И. Макеев, В.М. Петренко. – К.: Міністерство освіти і науки України. 2008 – 161 с.
4. Таблица стрельбы 152-мм самоходной гаубицы 2С3(2С3М). М.: Военное издательство. 1984. – 210 с.

Надійшла до редколегії 12.02.2015

Рецензент: д-р фіз.-мат. наук, доц. С.І. Проценко, Сумський державний університет, Суми.

## УЧЕТ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА ГРУППИРОВАНИЯ РАЗРЫВОВ СНАРЯДОВ ВСЛЕДСТВИЕ РАЗОГРЕВА СТВЛОВ ОРУДИЙ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОГНЕВЫХ ЗАДАНИЙ

В.И. Макеев, А.Ф. Раскошный, В.М. Петренко, В.С. Зубко

*В статье проведен анализ влияния смещения центра группирования снарядов, которое возникает в следствии разогрева ствола во время ведения интенсивного огня. Рассмотрены существующие способы определения и учета влияния разогрева ствола в ходе подготовки и ведения огня. Предложен способ учета разогрева ствола во время корректировки стрельбы на поражение наблюдаемых целей с помощью перспективной баллистической станции, которая устанавливается на каждом орудии и алгоритм учета разогрева ствола в результате интенсивной стрельбы.*

**Ключевые слова:** центр рассеивания снарядов, суммарное отклонение начальной скорости снарядов, баллистический коэффициент, расход снарядов, длительность огневого налета.

## ACCOUNT OF DISPLACEMENT OF CENTER OF GROUPING OF BREAKS OF SHELLS IN INVESTIGATION OF WARMING-UP OF BARRELS OF INSTRUMENTS DURING IMPLEMENTATION OF FIRE TASKS

V.I. Makeev, A.F. Raskoshnyi, V.M. Petrenko, V.S. Zubko

*The analysis of influence of displacement of center of grouping of shells, which arises up in investigation of warming-up of barrel during the conduct of intensive fire, is conducted in the article. The existent methods of determination and account of influence of warming-up of barrel are considered during preparation and conduct of fire. The method of account of warming-up of barrel is offered during adjustment of firing on the defeat of the looked after aims by the perspective ballistic station which is set on every instrument and algorithm of account of warming-up of barrel as a result of the intensive firing.*

**Keywords:** center of dispersion of shells, total rejection of initial velocity of shells, ballistic coefficient, expense of shells, duration of fire raid.