

ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА

УДК 623.442:623.4.023

*Бацамут В.М., канд. техн. наук; Горелишев С.А., канд. техн. наук;
Баулін Д.С., канд. техн. наук*

АПРОКСИМАТИВНІ МОДЕЛІ ПОЛЬОТУ КУЛІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ НАВЧАННЯ ПРИНЦИПАМ НАВЕДЕННЯ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ У ЦІЛЬ

Постановка проблеми. Стрілецька зброя є масовим і невід’ємним атрибутом сучасної цивілізації, оскільки нею озброєні військовослужбовці всіх родів і видів збройних сил всіх країн світу.

Ефективність бойового застосування зброї суттєво залежить від рівня і ступеня підготовленості військовослужбовця, вміння поєднання ним основ стрільби, балістичних характеристик зброї, прийомів та правил стрільби, законів внутрішньої і зовнішньої балістики. Згідно [1] для успішного виконання завдань в бою необхідно:

– вміло вести вогонь по різних цілях і за різних умов бойової обстановки як вдень, так і вночі;

– спостерігати за результатами стрільби і вміло їх коригувати.

Тому для оволодіння потрібними знаннями та навичками необхідно знати і представляти процес пострілу – його періоди, траєкторію польоту кулі та її елементи.

Своєчасно і влучно виконаний постріл впливає на результат виконання бойового завдання, але вміння швидко приймати рішення на розв’язання вогневої задачі вимагає наполегливої, поступової і клопітливої роботи під час навчальних занять.

Навчання практичній стрільбі без глибоких теоретичних знань щодо балістичних параметрів польоту кулі приводить до зайвих витрат боєприпасів, ресурсу вогнепальної зброї і, як наслідок, до значних фінансових витрат.

Частим недоліком, який є одним з основних в процесі навчання стрільця і після його завершення, залишається слабе розуміння ним правил наведення зброї у ціль, виходячи з умов тактичної обстановки та фізичних процесів, що протікають під час виконання пострілу, комплексний вплив наведених аспектів на результати стрільби. Одним з перспективних напрямків усунення вказаних недоліків є використання в процесі навчання візуалізації траєкторії польоту кулі та результатів стрільби, виходячи з різних внутрішніх та зовнішніх факторів.

Оперативно змодельовати результати пострілу та візуально їх представити у будь-якій площині можливо за рахунок використання обчислювальної техніки. Але лише одних обчислювальних засобів в даному питанні не достатньо, вони повинні бути наповнені відповідними математичними моделями, які, до того ж, повинні відповідати вимогам адекватності та достатньої точності.

Тому, вибір апроксимативної моделі польоту кулі стрілецької зброї, яка є основою програмного комплексу навчання принципам наведення зброї у ціль, залишається **актуальною задачею**.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз показав, що останнім часом при вогневій підготовці військовослужбовців провідних країн світу велика увага приділяється використанню комп’ютерних технологій та мультимедійних тренажерних комплексів.

Сучасні зарубіжні підприємства представляють досить широкий спектр різних стрілецьких тренажерів, що дозволяють проводити навчання з вогневої підготовки. Ведучими організаціями у цій галузі виступають: ТОВ НВП “Антарес-ТП” (Москва), ТОВ НВП “СКАТТ” (Москва), ТОВ “АМА” (Санкт-Петербург), ЗАТ “КД” (Москва), ТОВ “Ліметед НТЦ” (Новосибірськ), ФАТС (США) і т. ін.

Перші стрілецькі тренажери конструктивно уявляли собою комплексний пристрій, що складається з оптичних і механічних компонентів. Ці компоненти дозволяють спостерігати, виправляти і фіксувати помилки, що допускаються учнями в ході проведення заняття. Відмінною рисою зазначених пристроїв була достатня простота конструкції та експлуатації. До негативних сторін можна віднести громіздкість і неточність фіксації результатів [2]. Яскравими представниками являються тренажер О. Ершової [3], лазерні імітатори пістолета, світлові імітатори стрільби.

Одним з перших оптико-електронних тренажерів став тренажер стрільби ТБС2-ПМ. Його позитивним моментом стала поява органів управління та індикації. Принцип дії електроніки не передбачав використання ПЕОМ [4].

Наступним етапом розвитку стрілецьких тренажерів стала поява комплексів типу: “Рубін”, “СКАТТ”, ОЕТ-МА, CST2000 та ін. Принцип дії зазначених систем полягає в наступному. За допомогою проектора на великий екран проектується мішені або відеосюжет. Стрілець робить постріли з лазерної зброї по мішенях на екрані. У момент пострілу фотоприймальний пристрій, підключений до комп’ютера, зчитує положення лазерної точки на екрані і визначає його координати. Результати стрільби можуть бути роздруковані на принтері [5].

Найбільш сучасними зразками стрілецьких тренажерів стали мультимедійні інтерактивні апаратно-програмні комплекси типу “ТІР 7.0.1.-7.0.3.”. Дані комплекси дозволяють проводити заняття з вогневої підготовки у відповідності з курсом стрільб, а також моделювати різні бойові ситуації [6].

Як бачимо на даний час існує багато тренажерних комплексів, однак не один з них не може проаналізувати фізичні причини помилок, що виникають у реальних умовах під час вибору точки прицілювання. Крім того, при використанні даних комплексів, також як і в реальній обстановці складно визначити в який саме момент неточного пострілу зроблена помилка.

Програмний комплекс, що пропонується для розроблення, націлений на вирішення проблеми якісної підготовки стрільця у обмежений час і з меншою витратою коштів. Його застосування дозволить: візуалізувати процес стрільби; контролювати послідовність і правильність виконання розрахунків; аналізувати помилки при наведенні та надавати можливість отримувати теоретичні та довідкові матеріали.

Питанням зовнішньої балістики ракет, снарядів, куль вчені приділяли багато уваги [7-11]. Ними були розроблені складні моделі їх руху на базі диференціальних рівнянь, які враховують багато різних параметри і фактори. Особливістю рішення рівнянь зовнішньої балістики, складених строго, полягають у складності самих рівнянь, а також у тому, що функції, які визначають силу опору повітря, тиску і деякі інші величини не мають простого аналітичного вигляду. У зв'язку з цим такі рівняння вирішуються методами чисельного інтегрування, наприклад методом Ейлера, Сіаччі, Рунге-Кутта, Адамса-Штермера. В області чисельного інтегрування рівнянь зовнішньої балістики працювали А.Н. Крилов, В.М. Трофімов, В.В. Мечніков, Д.А. Венцель, Я.М. Шапіро та ін. Використання даних моделей зовнішньої балістики для вирішення завдання побудови програмного комплексу навчання принципам наведення зброї у ціль є досить трудомістким і тому недоцільним.

Для вирішення подібного завдання необхідно провести вибір досить простих, але адекватних математичних моделей пострілу, які будуть основою програмного за-

безпечення даного комплексу. При побудові необхідно враховувати такі параметри: початкові умови стрільби, точку прицілювання, встановлення різних прицілів, вплив умов метеорологічної та елементів тактичної обстановки на траєкторію польоту кулі.

Мета статті – розроблення простих математичних моделей польоту кулі на основі експериментальних даних, що дозволить наочно відображати траєкторію польоту кулі в просторі з урахуванням балістичних даних зброї, умов метеорологічної обстановки, вертикального і горизонтального переміщення цілі, а також інших складових, що впливають на реальні результати стрільби.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення ефективності процесу навчання на основі розрахунку та візуалізації траєкторії польоту кулі, її відхилення від точки прицілювання у горизонтальній та вертикальній площинах при різних параметрах прицілювання в науково-дослідному центрі Академії ВВ МВС України в 2013 році була почата науково-дослідна робота “Розроблення програмного комплексу з навчання фізичним принципам наведення різних видів зброї у ціль”, шифр – “Агат”. Результатом даної роботи буде створення програмного комплексу з навчання курсантів принципам наведення різних видів стрілецької зброї, що стоїть на озброєнні внутрішніх військ МВС України, у ціль, який показуватиме всі етапи зовнішньої балістики пострілу та його результати з урахуванням різних умов метеорологічної та тактичної обстановки.

У програмному комплексі будуть представлені кілька видів стрілецької зброї – 5,45 мм автомат АК-74 (АКС-74); 5,45 мм ручний кулемет РПК-74 (РПКС-74); 7,62 мм автомат АКМ (АКМС); 7,62 мм ручний кулемет РПК (РПКС); 7,62 мм кулемет ПКМ (ПКМС); 7,62 мм снайперська гвинтівка СВД; 14,5 мм крупнокаліберний кулемет КПВТ.

Під час розроблення програмного комплексу будуть враховані основні тактико-технічні та балістичні характеристики стрілецької зброї, довідковий матеріал з правил стрільби і підготовки даних на основі таблиць стрільби.

Створення алгоритму проведення розрахунків за результатами стрільби з визначенням безпечної зони і зон ураження цілі на висхідній гілці і спадній гілці траєкторії дає можливість аналізувати і оцінювати помилки, допущені учнем під час вибору прицілу і точки прицілювання. Додаткові фактори впливу на результати стрільби у вигляді: зміни напрямку і сили вітру; напрямку руху цілі і її швидкості; довільні вимушені коливання зброї, а також переміщення точки прицілювання для показу зміни траєкторії польоту кулі від кута кидання, дозволяють імітувати більш складні умови стрільби.

Для моделювання процесу результатів стрільби був використаний метод, який на підставі балістичних даних польоту кулі, отриманих шляхом проведення експериментальних випробувань [1,7-11], дав можливість побудувати наближену до реальної траєкторію. Для побудови траєкторії польоту кулі у вертикальній і горизонтальній площині був обраний метод найменших квадратів так, як він дозволяє досить просто отримати у явному вигляді аналітичну поліноміальну функцію, значення якої у контрольних точках співпадають зі значеннями, отриманими за цими точками під час експериментального випробування.

Розглянемо приклад для одного виду зброї – **5,45 мм автомат Калашникова АК-74 (АКС-74)**.

Перевищення (пониження) середньої траєкторії над лінією прицілювання [1] приведені в таблиці 1.

Вираз, що апроксимує траєкторію польоту кулі, представлений у загальному вигляді многочленом третього порядку:

$$y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d, \quad (1)$$

де a, b, c, d – коефіцієнти многочлена.

Таблиця 1

Приціл	Відстань, м											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Перевищення траєкторії, см											
1	0	0	-3	-10	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3	5	5	0	-10	-25	-	-	-	-	-	-
3	6	13	17	16	11	0	-17	-43	-	-	-	-
4	11	24	33	38	37	32	20	0	-27	-65	-	-
5	18	37	53	64	70	71	65	52	31	0	-42	-98
Приціл	Відстань, м											
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000		
	Перевищення траєкторії, м											
6	0,54	0,97	1,2	1,2	0,82	0	-1,5	-3,7	-	-		
7	0,75	1,4	1,8	2,0	1,9	1,3	0	-2,1	-5,2	-		
8	1,0	1,9	2,7	3,1	3,2	2,9	1,9	0	-2,9	-7,0		
9	1,4	2,2	3,6	4,4	4,8	4,8	4,1	2,6	0	-3,8		
10	1,7	3,3	4,8	5,9	6,7	7,1	6,8	5,6	3,4	0		

Під час оброблення статистичних даних для 5,45 мм автомата АК-74 для різних видів прицілів отримані наступні коефіцієнти та величини достовірності апроксимації (R^2), таблиця 2.

Таблиця 2

Номер прицілу	a	b	c	d	Вид полінома	R^2
1	$-3,0 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$-6,2 \cdot 10^{-4}$	-0,0286	$y = -3,0 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 3,0 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 - 6,2 \cdot 10^{-4} \cdot x - 0,0286$	0,9992
2	$-2,0 \cdot 10^{-6}$	$-6,0 \cdot 10^{-5}$	$7,51 \cdot 10^{-2}$	-0,1429	$y = -2,0 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 - 6,0 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 7,51 \cdot 10^{-2} \cdot x - 0,1429$	0,9991
3	$-1 \cdot 10^{-6}$	$-6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,538 \cdot 10^{-1}$	-0,4141	$y = -1 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 - 6,0 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 1,538 \cdot 10^{-1} \cdot x - 0,4141$	0,9994
4	$-1 \cdot 10^{-6}$	$-2 \cdot 10^{-4}$	$2,766 \cdot 10^{-1}$	-0,7413	$y = -1 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 2,766 \cdot 10^{-1} \cdot x - 0,7413$	0,9996
5	$-1 \cdot 10^{-6}$	$-1 \cdot 10^{-4}$	$3,973 \cdot 10^{-1}$	-0,2967	$y = -1 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 - 1 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 3,973 \cdot 10^{-1} \cdot x - 0,2967$	0,9998
6	$-2 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$4,853 \cdot 10^{-1}$	1,899	$y = -2 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 4,853 \cdot 10^{-1} \cdot x + 1,899$	0,9998
7	$-2 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5,855 \cdot 10^{-1}$	5,5804	$y = -2 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 7 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 5,855 \cdot 10^{-1} \cdot x + 5,5804$	0,9994
8	$-2 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$8,013 \cdot 10^{-1}$	6,9231	$y = -2 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 9 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 8,013 \cdot 10^{-1} \cdot x + 6,9231$	0,9995
9	$-3 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	1,0242	8,2517	$y = -3 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 + 1,0242 \cdot x + 8,2517$	0,9985
10	$-2 \cdot 10^{-14}$	$6 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,0692	$y = -2 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 9 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 1,5013 \cdot x + 6,9231$	0,9993

Статистичні дані щодо виносу точки прицілювання в залежності від швидкості флангового руху цілі [1] наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Швидкість руху цілі, м/с	Відстань, м							
	100	200	300	400	500	600	700	800
	Винос точки прицілювання в сторону від цілі, м							
Кроком (1,5-2)	0,17	0,36	0,58	0,83	1,12	1,45	1,85	2,32
Бігом (3)	0,34	0,72	1,16	1,66	2,24	2,91	3,7	4,63
На БТР (5-7)	0,63	1,34	2,14	3,06	4,15	5,39	6,85	8,56
Мотоциль (8-10)	1,02	2,16	3,48	4,98	6,72	8,73	11,1	13,89

Коефіцієнти та величини достовірності апроксимації (R^2), які отримані під час оброблення статистичних даних для різних швидкостей флангового руху цілі приведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Швидкість руху цілі, м/с	a	b	c	d	Вид полінома	R^2
Кроком (1,5-2)	$1 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	-0,2323	$y = 1 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 1,7 \cdot 10^{-1} \cdot x - 0,2323$	1
Бігом (3)	$3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$3,345 \cdot 10^{-1}$	-0,3131	$y = 3 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 3,345 \cdot 10^{-1} \cdot x - 0,3131$	1
На БТР (5-7)	$5 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$6,129 \cdot 10^{-1}$	-0,2626	$y = 5 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 6,129 \cdot 10^{-1} \cdot x - 0,2626$	1
Мотоциль (8-10)	$8 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-4}$	1,0034	-0,9394	$y = 8 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 1,0034 \cdot x - 0,9394$	1

Винос точки прицілювання в залежності від швидкості бокового вітру (під кутом 90° до площини стрільби) [1] наведений у таблиці 5.

Таблиця 5

Швидкість вітру, м/с	Відстань, м							
	100	200	300	400	500	600	700	800
	Винос точки прицілювання в сторону від цілі, м							
Слабкий (2-3)	0,015	0,055	0,115	0,26	0,435	0,67	1,015	1,43
Помірний (4-6)	0,03	0,11	0,23	0,52	0,87	1,34	2,03	2,86
Сильний (8-12)	0,06	0,22	0,46	1,04	1,74	2,68	4,06	5,72

При вітрі, який дує під гострим кутом до площини стрільби табличні дані необхідно зменшувати у 2 рази.

Під час оброблення статистичних даних для різних швидкостей бокового вітру (під кутом 90^0 до площини стрільби) отримані наступні коефіцієнти та величини достовірності апроксимації (R^2), таблиця 6.

Таблиця 6

Швидкість вітру, м/с	a	b	c	d	Вид полінома	R^2
Слабкий (2-3)	$2 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,0606	$y = 2 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot x + 0,0606$	0,9998
Помірний (4-6)	$4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$7,3 \cdot 10^{-3}$	0,1212	$y = 4 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 7,3 \cdot 10^{-3} \cdot x + 0,1212$	0,9998
Сильний (8-12)	$7 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1,45 \cdot 10^{-2}$	0,2424	$y = 7 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 1,45 \cdot 10^{-2} \cdot x + 0,2424$	0,9998

В сукупності отримані вирази апроксимації дозволяють провести математичні розрахунки досить просто і з достатньою точністю та відтворити зовнішню балістику кулі у горизонтальній та вертикальній площині при різних кутах прицілювання (прицілах), при змінах напрямку вітру і руху цілі, посиленні (зменшенні) їх швидкості і т.д.

Висновок. Таким чином, моделювання процесу результатів стрільби з використанням апроксимативного підходу на базі реальних статистичних даних дозволяє оперативно і досить точно побудувати траєкторію польоту кулі та достовірно змодельовати результати стрільби. За допомогою використаного методу найменших квадратів для АК-74 (АКС-74) отримані аналітичні залежності, що описують траєкторію польоту кулі у вертикальній і горизонтальній площині. В сукупності набір таких функціональних залежностей можна використовувати, як ядро математичного забезпечення програмного комплексу навчання принципам наведення стрілецької зброї у ціль. Такий підхід дозволить забезпечити високий рівень інформативності, зворотний зв'язок у процесі навчання за допомогою отримання аналітичної інформації про результати пострілу у вигляді динамічних графіків, таблиць і мішеней.

Література: 1. Наставление по стрелковому делу. – М.: Воениздат, 1985. – 640 с.

2. Руководство по учебным стрелковым приборам и наглядным пособиям. – М.: Воениздат, 1979. – 87 с. 3. Ершова, О. Тренажер выявляет ошибки [Текст] / О. Ершова // Разноцветные мишени: сб. статей и очерков по пулевой стрельбе, стендовой стрельбе и стрельбе из лука / сост. Ю. Шитов. – М., 1979. – 178 с. 4. Сериков С.Н. Применение лазерных и компьютерных тренажерных комплексов для формирования профессиональных навыков владения табельным оружием [Текст] / С.Н. Сериков // Состояние и перспективы совершенствования методики огневой подготовки сотрудников правоохранительных органов: материалы и рекомендации регион. науч.-практ. конф. / отв. ред. С.В. Ковалев. Красноярск. – 2006. – С.78. 5. Огрыза А.В. Применение электронного тренажера СКАТТ-профессионал для обучения стрельбе из пистолета [Текст] / А.В. Огрыза // Состояние и перспективы совершенствования методики огневой подготовки сотрудников правоохранительных органов: материалы и рекомендации регион. науч.-практ. конф. / отв. ред. С. В. Ковалев. – Красноярск, 2006. – С.56. 6. Палехин М.В. Инновационные технические средства обучения огневой подготовке в образовательных учреждениях МВД России [Текст] / М. В. Палехин // Вестник Волгоградской академии МВД России. – В.: Волгоградская Академия МВД России, 2009. – №2. – С.155-159. 7. Шапиро Я.М. Внешняя баллистика [Текст] / Я.М. Шапиро – М.: Оборонгиз, 1946. – 408 с. 8. Логвин, А. М. Стрельба артиллерии и внешняя баллистика: Учебное пособие [Текст] / А. М. Логвин, В.О. Александров – Пенза: ПВАИУ, 1977. – 254 с. 9. Дмитриевский А.А. Внешняя баллистика: Учебник для технических вузов. [Текст] / А.А. Дмитриевский – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 245 с. 10. Губин С.Г. Баллистика: Учеб. пособие для студентов вузов. [Текст] / С.Г. Губин, С.А. Горовой – М.: Просвещение, 2005. – 167 с. 11. Заварькин В.М. и др. Численные методы:

Учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. пед. ин-тов [Текст] / В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик. – М.: Просвещение, 1990. – 120 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Nastavleniye po strelkovomu delu.* – М.: Voenizdat, 1985. – 640 s. 2. *Rukovodstvo po uchebnym strelkovym priboram i naglyadnym posobiyam.* – М.: Voenizdat, 1979. – 87 s. 3. *Yershova, O. Trenazher vyavlyayet oshibki [Tekst] / O. Yershova // Raznotsvetnyye misheni: sb. statey i ocherkov po pulevoy strel'be, stendovoy strel'be i strel'be iz luka / sost. YU. Shitov.* – М., 1979. – 178 s. 4. *Serikov, S. N. Primeneniye lazernykh i komp'yuternykh trenazhernykh kompleksov dlya formirovaniya professional'nykh navykov vladeniya tabel'nyim oruzhiyem [Tekst] / S.N. Serikov // Sostoyaniye i perspektivy sovershenstvovaniya metodiki ognevoy podgotovki sotrudnikov pravookhranitel'nykh organov: materialy i rekomendatsii region. nauch.-prakt. konf. / otv. red. S.V. Kovalev. Krasnoyarsk. – 2006. – S.78.* 5. *Ogryza, A. V. Primeneniye elektronogo trenazhera SKATT-professional dlya obucheniya strel'be iz pistoleta [Tekst] / A. V. Ogryza // Sostoyaniye i perspektivy sovershenstvovaniya metodiki ognevoy podgotovki sotrudnikov pravookhranitel'nykh organov: materialy i rekomendatsii region. nauch.-prakt. konf. / otv. red. S. V. Kovalev. – Krasnoyarsk, 2006. – S.56.* 6. *Palekhin, M. V. Inno-vatsionnyye tekhnicheskiye sredstva obucheniya ognevoy podgotovke v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh MVD Rossii [Tekst] / M. V. Palekhin // Vestnik Volgogradskoy akademii MVD Rossii. – V. : Volgogradskaya Akademiya MVD Rossii, 2009. – №2. – S.155-159.* 7. *Shapiro, YA. M. Vneshnyaya ballistika [Tekst] / YA. M. Shapiro – М.: Oborongiz, 1946. – 408 s.* 8. *Logvin, A. M. Strel'ba artillerii i vneshnyaya ballistika: Uchebnoye posobiye [Tekst] / A. M. Logvin, V. O. Aleksandrov – Penza: PVAIU, 1977. – 254 s.* 9. *Dmitriyevskiy, A. A. Vneshnyaya ballistika: Uchebnik dlya tekhnicheskikh vuzov. [Tekst] / A. A. Dmitriyevskiy – 2-ye izd., pererab. i dop. – М.: Mashinostroyeniye, 1979. – 245 s.* 10. *Gubin, S. G. Ballistika: Ucheb. posobiye dlya studentov vuzov. [Tekst] / S. G. Gubin, S. A. Gorovoy – М.: Prosveshcheniye, 2005. – 167 s.* 11. *Zavarykin, V. M. i dr. Chislen-nyye metody: Ucheb. posobiye dlya studentov fiz.-mat. spets. ped. in-tov [Tekst] / V.M. Zavarykin, V. G. Zhitomirskiy, M. P. Lapchik. – М.: Prosveshcheniye, 1990. – 120 s.*

Бацамут В.М., Горелишев С.А., Баулін Д.С.

АПРОКСИМАТИВНІ МОДЕЛІ ПОЛЬОТУ КУЛІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ НАВЧАННЯ ПРИНЦИПАМ НАВЕДЕННЯ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ У ЦІЛЬ

У статті на підставі аналізу відомих статистичних даних проведений пошук математичних моделей польоту кулі стрілецької зброї шляхом апроксимації її траєкторії з урахуванням впливу різних умов метеорологічної та елементів тактичної обстановки. За зразок озброєння обраний 5,45 мм автомат Калашникова АК-74.

Бацамут В.Н., Горельшев С.А., Баулин Д.С.

АППРОКСИМАТИВНЫЕ МОДЕЛИ ПОЛЕТА ПУЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОБУЧЕНИЯ ПРИНЦИПАМ НАВЕДЕНИЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ В ЦЕЛЬ

В статье на основе анализа известных статистических данных проведен выбор математических моделей полета пули стрелкового оружия путем аппроксимации ее траектории с учетом влияния различных условий метеорологической и элементов тактической обстановки. За образец вооружения выбран 5,45 мм автомат Калашникова АК-74.

Batsamut V.N., Gorelyshev S.A., Baulin D.S.

APPROXIMATIVE MODEL FLIGHT OF BULLET SMALL ARMS FOR BUILDING COMPLEX TRAINING PROGRAM GUIDANCE PRINCIPLES

On the basis of analysis of known statistical data the choice of mathematical models of flight of bullet small arms through the approximating of its trajectory flight, taking into account the effect of different meteorological conditions and elements of the tactical situation. For the sample selected weapon 5,45mm Kalashnikov AK-74.