

УДК 799.925

МОДЕЛЮВАННЯ ІМІТАЦІЙНИХ ВПРАВ СТРІЛЬБИ НА КРУГЛОМУ СТЕНДІ

Ростислав ГРИБОВСЬКИЙ, Ігор ЗАНЕВСЬКИЙ

*Львівський державний університет фізичної культури, м. Львів, Україна,
e-mail: izanevsky@ukr.net*

Анотація. Метою роботи було створення моделі техніки ураження мішені на круглому стенді при виконанні імітаційних вправ. Застосовано аналіз та узагальнення даних наукової та методичної літератури, педагогічні спостереження, метод відеокомп'ютерного аналізу та метод чисельного диференціювання. Використано комп'ютерні програми Paint та Excel. Застосування спеціальної апаратно-програмної системи для створення зображення рухомої мішені і точки прицілювання на вертикально розміщеному екрані дає змогу проводити тренування у формі імітаційних вправ стрільби на круглому стенді. Ця система дозволяє реалізувати також прискорені та сповільнені режими виконання імітаційної вправи з метою вдосконалення техніки пострілу.

Ключові слова: стендова стрільба, технічні засоби, стрілець, імітаційні вправи, моделювання.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ
УПРАЖНЕНИЙ СТРЕЛЬБЫ
НА КРУГЛОМ СТЕНДЕРостислав ГРИБОВСКИЙ,
Игорь ЗАНЕВСКИЙ*Львовский государственный университет
физической культуры, г. Львов, Украина,
e-mail: izanevsky@ukr.net*

Аннотация. Целью работы было создание модели техники поражения мишени на круглом стенде при выполнении имитационных упражнений. Применены анализ и обобщение данных научной и методической литературы, педагогическое наблюдение, метод видеокомпьютерного анализа и метод численного дифференцирования. Использованы компьютерные программы Paint и Excel. Применение специальной апаратно-програмной системы для создания изображения подвижной мишени и точки прицеливания на вертикально размещенном экране позволяет проводить тренировки в форме имитационных упражнений стрельбы на круглом стенде. Эта система позволяет также реализовывать ускоренные и замедленные режимы исполнения имитационного упражнения с целью совершенствования техники выстрела.

Ключевые слова: стендовая стрельба, технические средства, стрелок, имитационные упражнения, моделирование.

MODELLING OF SIMULATION
SHOOTING EXERCISES ON A SKEETRostislav GRIBOVSKYY,
Ihor ZANEVSKYY*Lviv State University of Physical Culture, Lviv,
Ukraine, e-mail: izanevsky@ukr.net*

Abstract. The aim of the research was to create a model of target hit technology at the skeet while performing simulation exercises. Analysis and generalization of scientific and methodical literature, teaching observation, a method of video computer analysis and the method of numerical differentiation were applied. Office computer technologies Paint and Excel were used. The use of special hardware and software system to create a moving picture of the target and the aiming point on a vertically placed screen allows training in the form of simulation exercises of shooting at the skeet. This system also allows accelerated and slowed simulation exercises execution regimes to improve the technique of a shot.

Keywords: skeet shooting, technical equipment, shooter, simulation exercises, modelling.

Постановка проблеми. Використанню технічних пристроїв та моделюванню присвячено чимало праць науковців [2, 10, 16 та ін.]. Як свідчить аналіз проведених досліджень, стрілецькі види спорту потребують застосування різних засобів інтенсифікації для удосконалення техніки спортивних вправ [1]. Однак, як з'ясовано, у навчально-тренувальному процесі спортсменів зі стендової стрільби недостатньо використовують технічні пристрої [4, 11, 12 та ін.].

Проведене опитування тренерів-викладачів зі стендової стрільби виявило, що ніхто в навчально-тренувальному процесі на круглому стенді не впроваджує спеціальні прилади чи тренажери [5]. Серед основних причин, що обмежили та унеможливили їхнє застосування, усі тренери зазначили відсутність приладів і коштів на придбання. Також тренери

наголосили на необізнаності щодо використання таких технічних засобів. Розрахунок коефіцієнта конкордації виявив добру узгодженість думок тренерів-викладачів, які були експертами ($W = 0,926$). Окрім того, усі тренери підтримали пропозицію щодо використання на тренувальних заняттях технічних пристроїв (100% респондентів).

Таким чином, потребує наукового вирішення проблема удосконалення техніки стрільби на круглому стенді із спрямованим використанням спеціального приладу. Таким чином, моделювання техніки виконання змагальної олімпійської вправи на круглому стенді з використанням імітаційних вправ для тренування стрільців є актуальною науковою проблемою теорії та практики стрілецького спорту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконується в рамках теми НДР 2.17 «Моделювання біомеханічних систем у складнокоординаційних видах спорту» Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури та спорту на 2011–2015 рр. (номер державної реєстрації 0111 U 006473).

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Аналіз теоретико-методичних підходів до проблеми удосконалення техніки в стендовій стрільбі виявив, що вона пов'язана із подальшим поліпшенням взаємодії системи «стрілець–зброя–мішень», яка привертає чималу увагу фахівців [7, 8]. Зокрема, виявлено, що слід будувати достатньо точні моделі локальних підсистем: стрільця, зброї, руху снаряда і мішені. Окрім того, фахівці наголошують, що для вивчення функціонування складних процесів і систем у спорті доцільно застосовувати саме імітаційне моделювання [13]. Його ми розуміємо як процес, що передбачає конструювання моделей та їхнє аналітичне використання для вивчення певної проблеми.

У наших попередніх дослідженнях з'ясовано, що результативність пострілу на круглому стенді залежить не лише від швидкості реагування на мішень. Так, за допомогою інструментально-програмного комплексу на базі персонального комп'ютера й комп'ютерної програми (Б. В. Турецький, В. Г. Сівіцький [15]) було проведено оцінювання часу простої реакції на об'єкт, що з'являється, у стрільців різної спортивної майстерності на круглому стенді. З'ясовано, що статистично істотної різниці між цими групами не виявлено ($p = 0,343$). Зокрема, виявлено, що коефіцієнт варіації часу реакції у висококваліфікованих спортсменів був у межах від малої до великої: 7,5–29,2%; у спортсменів першого розряду у межах 8,0–38,6% та у юніорів сягав 12,5–36,2%. Тобто час простої зорово-моторної реакції перебуває в однакових межах. Водночас виявлено поміркований статистичний взаємозв'язок між часом реакції й результатами всеукраїнських змагань ($r = -0,354$; $p < 0,05$) [6].

Тому доцільно звернути увагу на стабільність простої зорово-моторної реакції під час виконання технічних дій, що дасть змогу оволодіти раціональною структурою руху. Окрім того, важливо стабілізувати процес сприйняття мішені стрільцем. А здійснити це можна під час проведення тренування із використанням імітаційних вправ на спеціальному приладі.

Складність оволодіння технікою стрільби на круглому стенді обумовлюється швидким переміщенням мішені в просторі та навчанням технічно складного елемента – здійснення рушниць, порівняно з іншими елементами цілісного руху, які тісно взаємопов'язані [3, 9].

Таким чином, удосконалення техніки стрільби доцільно здійснювати не тільки за рахунок збільшення кількості пострілів, але і за рахунок використання в навчально-тренувальних заняттях імітаційних вправ (виконання технічних прийомів без застосування патронів та стендових мішеней), які слід проводити із використанням саме технічних засобів.

Мета дослідження – розробити модель техніки ураження мішені на круглому стенді при виконанні імітаційних вправ. Завдання: проаналізувати теоретико-методичні підходи до проблеми удосконалення техніки в стендовій стрільбі; визначити кінематичні параметри виконання пострілу стрільцями із використанням імітаційних вправ на круглому стенді.

Методи: аналіз та узагальнення даних наукової та методичної літератури, педагогічні спостереження, метод відеокomp'ютерного аналізу та метод чисельного диференціювання. Застосовано комп'ютерні програми Paint та Excel. Дослідження проведено упродовж 2013–2015 років на спортивній базі стрілецького стенду Львівської школи вищої спортивної май-

стерності. У дослідженні брали участь висококваліфіковані спортсмени-чоловіки, які спеціалізуються в стрільбі на круглому стенді.

Основні результати. За твердженням науковців, спортсменові необхідно донести інформацію про таку уяву рухів, яка б дала змогу сформувати у нього певні кінетостатичні відчуття, що характерні для виконання найбільш досконалої техніки спортивної вправи. Допомогти цьому дозволить впровадження у навчально-тренувальний процес різноманітних тренажерних пристроїв, які, на думку науковців [3, 14], належать до нетрадиційних засобів вирішення завдань. Власне вони дають змогу виконувати змагальну вправу в полегшених умовах. Тобто застосування спеціального приладу, зокрема у стендовій стрільбі, надасть можливість здійснювати значну кількість імітаційних пострілів (без стрілецьких набоїв) та позбавитися остраху больового стану, що спричиняє віддача зброї та яку відповідно відчувають спортсмени після виконання пострілу спортивним патроном [3].

Розроблений нами спільно із заслуженим тренером України зі стендової стрільби В. В. Грибовським спеціальний прилад надалі був удосконалений. Так, було встановлено виносний мікрофон, завдяки чому стрілець сам здійснює подачу команди для запуску мішені, а не за допомогою асистента ручкою з пульта управління. Також лазери ми розташували на різних рівнях за допомогою штативів, які мають можливість змінювати положення самих лазерів не тільки в горизонтальній, але й у вертикальній площині. Це надало можливість, встановлюючи лазер під певним кутом до площини перебігу умовної мішені, більш точно імітувати швидкість її польоту та імітувати початкову швидкість із подальшим зниженням швидкості польоту мішені й імітувати траєкторію польоту мішені. Для контролю виконання пострілу спеціальний лазер (іншого кольору) розташували і на стволах рушниці, який містить систему управління через спусковий гачок.

Таким чином, проведена модифікація приладу дає змогу моделювати умови сприйняття мішені наближено до реальних.

Загалом спеціальний прилад складається з блоку управління та двох рухомих лазерів (рис. 1). Блок управління містить різноманітні мікросхеми, акустичний мікрофон, електронне табло, показник таймера та панель, на якій розташовані ручки управління функціями блоку. Прилади з рухомими лазерними пристроями становить собою електромотори, до осі яких закріплені лазери. Під дією сигналу, який подає спортсмен розпочинається включення та рух лазерів, які дають змогу проектувати на екран (стінку) умовну мішень.



Рис. 1. Спеціальний прилад для імітації зображення рухомої мішені на круглому стенді

Спортсмен перебуває в позі наготові і здійснює команду для випуску мішені, після чого, коли бачить уявну мішень для ураження, яка проектується на екран (стіну) у вигляді світлової точки червоного кольору (T), виконує здійснення рушниці й проведення, яке також фіксується у вигляді світлової точки зеленого кольору (G), прицілюється і натискає на спусковий гачок. Зображення на екрані записує відеокамера. На рис. 2 представлено запис виконання стрільцем імітаційної вправи на спеціальному приладі. Контроль за його виконанням здійснювався методами відеокомп'ютерного аналізу.

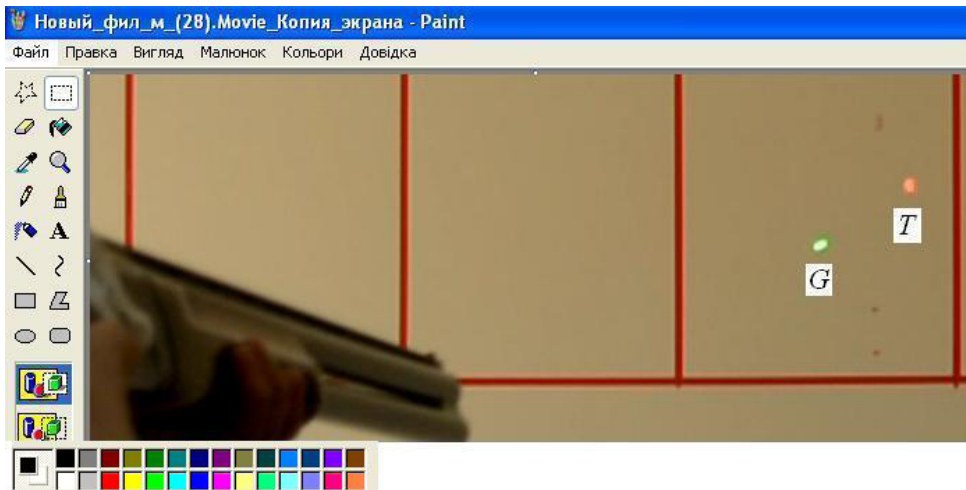


Рис. 2. Відеокадр запису імітаційної вправи на робочому столі програми Paint:
G – точка прицілювання (точка перетину осі рушниці з площиною руху мішені);
T – центр мішені

При опрацюванні результатів імітаційного тренування прийнято зворотній напрямок відліку часу, тобто від моменту пострілу до моменту зймання зброї. Відповідні моменти часу позначено числами $i = 0, 1, 2$ та 3 (рис. 3).

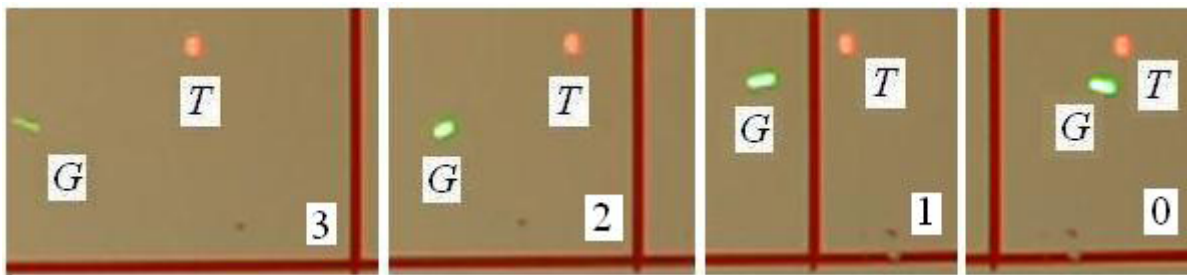


Рис. 3. Чотири положення точки прицілювання й центра мішені
від зймання рушниці (3) до пострілу (0)

Точність вимірювання координати точки на робочому столі програми Paint визначається масштабом зображення (30 сантиметрів на 198 пікселів): $\mu = 0,15$ см/пел. Отже, похибка визначення координати точки прицілювання й центра мішені є в межах $\pm 0,75$ мм.

Частота кадрів $f = 25$ Гц, інтервал часу між сусідніми положеннями $\Delta t = 0,04$ с. Координати центра мішені й точки прицілювання зведено в табл. 1. Для розрахунку координат точки прицілювання й центра мішені використано формулу:

$$x = \mu X; y = \mu(Y_0 - Y), \quad (1)$$

де μ – масштаб зображення (см/піксель); Y_0 – відстань між осями ox та Ox (наприклад, 1000 пікселів).

Таблиця 1

Результати кінематичного аналізу (положення точок)

Положення	Параметри							
	X_T	Y_T	X_G	Y_G	x_T	y_T	x_G	y_G
	піксель				см			
3	913	549	827	510	138,3	83,2	125,3	77,3
2	962	548	896	506	145,8	83,0	135,8	76,7
1	1011	547	967	529	153,2	82,9	146,5	80,2
0	1060	546	1047	526	160,6	82,7	158,6	79,7

Важливо проаналізувати траєкторію виконаних стрільцем пострілів для виявлення основних помилок у виконанні здійснення рушниць та її проведення для ураження мішені. Це дає змогу виявити особливості змін у траєкторії руху рушниць, яку здійснює стрілець в процесі виконання проведення, що важливо для остаточного результату стрільби (найбільша кількість уражених мішеней).

На рис. 4 подано траєкторію умовної мішені для ураження та виконання стрільцем здійснення рушниць.

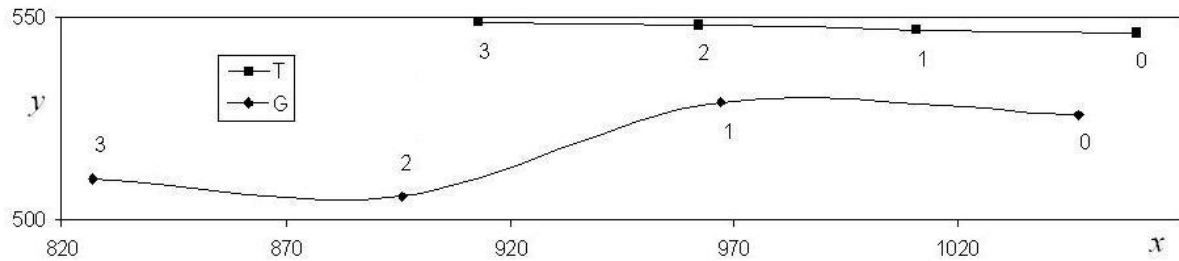


Рис. 4. Траєкторії центра мішені (Т) й точки прицілювання (G) при виконанні імітаційної вправи: 0 – момент «пострілу»

Як видно, після команди для випуску мішені стрілець виконує здійснення рушниць і відстань від цього моменту до наближення траєкторії польоту умовної мішені становить 69 пікселів або 10,5 см. Результати кінематичного аналізу, а саме швидкості руху умовної мішені та точки прицілювання подано у табл. 2.

Таблиця 2

Результати кінематичного аналізу (швидкості точок)

Положення	Параметри							
	v_{Tx}	v_{Ty}	v_T	v_{Gx}	v_{Gy}	v_G	α_T	α_G
	у. о./с						рад.	
3	615,3	-12,6	615,4	853,9	-219,8	881,7	-0,0204	-0,2519
2	615,3	-12,6	615,4	879,0	119,3	887,1	-0,0204	0,1349
1	615,3	-12,6	615,4	948,1	125,6	956,4	-0,0204	0,1317
0	615,3	-12,6	615,4	1061,1	-200,9	1080,0	-0,0204	-0,1871

Зокрема, швидкість переміщення точки прицілювання в момент пострілу обчислено за допомогою формули:

$$v_{G0} = \sqrt{v_{Gx0}^2 + v_{Gy0}^2}, \tag{2}$$

$$\text{де } v_{Gx0} = \frac{3x_{G0} - 4x_{G1} + x_{G2}}{2 \times \Delta t}; v_{Gy0} = \frac{3y_{G0} - 4y_{G1} + y_{G2}}{2 \times \Delta t};$$

$\Delta t = f^{-1}$ – інтервал часу між сусідніми положеннями; f – частота кадрів.

Горизонтальна та вертикальна складові швидкості переміщення точки прицілювання за час Δt до моменту пострілу визначали за такою формулою:

$$v_{Gx1} = \frac{x_{G0} - x_{G2}}{2 \times \Delta t}; v_{Gy1} = \frac{y_{G0} - y_{G2}}{2 \times \Delta t}. \tag{3}$$

Горизонтальна та вертикальна складові швидкості переміщення точки прицілювання в момент i :

$$v_{Gyi} = \frac{y_{G,(i-1)} - y_{G,(i+1)}}{2 \times \Delta t}; \quad v_{Gyi} = \frac{y_{G,(i-1)} - y_{G,(i+1)}}{2 \times \Delta t}. \quad (4)$$

Напрямок переміщення визначено кутом нахилу до горизонталі вектора швидкостей (α). Тангенс цього кута обчислено за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_{Gy}}{v_{Gx}}. \quad (5)$$

Швидкість переміщення точки прицілювання в момент здійснення зброї проведено за такою формулою:

$$v_{Gn} = \sqrt{v_{Gxn}^2 + v_{Gyn}^2}, \quad (6)$$

$$\text{де } v_{Gyi} = \frac{y_{T,(i-1)} - y_{T,(i+1)}}{2 \times \Delta t}; \quad v_{Gyi} = \frac{y_{T,(i-1)} - y_{T,(i+1)}}{2 \times \Delta t}.$$

Швидкість переміщення центра мішені у довільний момент часу – за формулою:

$$v_{Gx0} = \frac{x_{G0} - 4x_{G1} + 3x_{G2}}{2 \times \Delta t}, \quad (7)$$

$$\text{де } v_{Gx0} = \frac{x_{G0} - 4x_{G1} + 3x_{G2}}{2 \times \Delta t}; \quad v_{Gy0} = \frac{y_{G0} - 4y_{G1} + 3y_{G2}}{2 \times \Delta t}.$$

Відповідно до програми імітаційної вправи швидкість руху умовної мішені є однаковою в усіх чотирьох положеннях. Абсолютна величина швидкості руху точки прицілювання під час виконання здійснення на початку руху дещо зростає – від 881,7 у. о./с до 887,1 у. о./с. У момент наближення до умовної мішені і здійснення пострілу ця величина зростає до 1080,0 у. о./с. По горизонталі швидкість переміщення точки прицілювання увесь час плавно зростає від 853,9 у. о./с до 1061,1 у. о./с. По вертикалі відбувається коливний рух, величина відповідної проекції швидкості в чотирьох зазначених положеннях два рази змінює знак з від'ємного на додатний: -219,8; 119,3; 125,6 та -200,9 у. о./с. Тобто спостерігається хвилеподібність руху стрільця під час виконання проведення рушниць. Відстані між точкою прицілювання і центром мішені, а також кут, що визначає їхнє взаємне розташування від початку виконання стрільцем здійснення рушниць до умовної мішені для ураження систематизовано в табл. 3.

Таблиця 3

Відстані від точки прицілювання до центра мішені

Положення	D_x	D_y	D	β
	см			рад.
3	13,0	5,9	14,3	0,4258
2	10,0	6,4	11,9	0,5667
1	6,7	2,7	7,2	0,3883
0	2,0	3,0	3,6	0,9944

Зокрема, відстань від точки прицілювання до центра мішені розраховано за формулою:

$$D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2}, \quad (8)$$

де $D_x = x_T - x_G$, $D_y = y_T - y_G$ – відстані від точки прицілювання до центра мішені по горизонталі й по вертикалі. Кут нахилу прямої лінії, що проходить через точку прицілювання й центр мішені визначено за формулою:

$$\beta = \arctg \frac{D_y}{D_x} \tag{9}$$

Виявлено, що загальна відстань під час здійснення умовного пострілу від моменту подання команди для випуску мішені та виконанням здійснення рушниці для ураження мішені зменшується і становить 14,3; 11,9; 7,2 та 3,6 см відповідно. На початку переміщення зброї відстань до наступного положення відеокадру становить 2,4 см; надалі стрілець уповільнює переміщення зброї і відстань між положеннями відеокадру сягає 4,7 см та на відстані 3,6 см спостерігається плавне наближення до центра мішені для здійснення її ураження.

Ми з'ясували, що абсолютна величина швидкості руху точки прицілювання під час виконання здійснення рушниці становить від 881,7 у.о./с до 887,1 у.о./с. Коли ж спортсмен далі продовжує виконувати проведення в момент його наближення до умовної мішені та виконання умовного пострілу, то швидкість зростає до 1080,0 у.о./с. Виявлено, що швидкість переміщення точки прицілювання по горизонталі увесь час плавно зростає від 853,9 у.о./с до 1061,1 у.о./с. А ось по вертикалі спостерігається коливний рух і величина відповідної проекції швидкості в чотирьох положеннях (0, 1, 2, 3, що були виокремленні в процесі дослідження) два рази змінює знак: -219,8; 119,3; 125,6 та -200,9 у.о./с. Тобто спостерігається хвилеподібність руху стрільця під час виконання проведення рушниці. Водночас, відповідно до програми імітаційної вправи, швидкість руху умовної мішені є однаковою в усіх цих чотирьох положеннях.

Графічне зображення швидкості переміщення умовної мішені для ураження та виконання стрільцем здійснення рушниці подано на рис. 5.

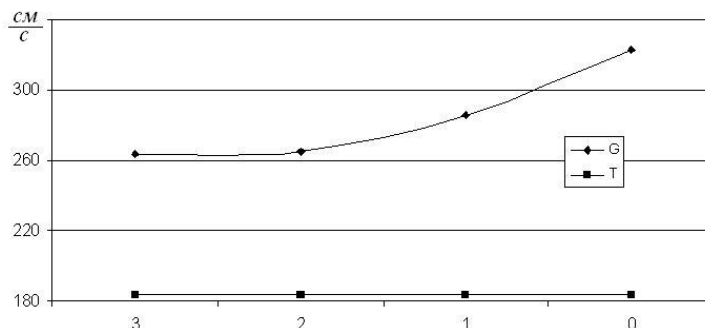


Рис. 5. Швидкість переміщення точки прицілювання (G) й центра мішені (T)

Графічне зображення відстані від початку виконання стрільцем здійснення рушниці до центра умовної мішені для ураження подано на рис. 6.

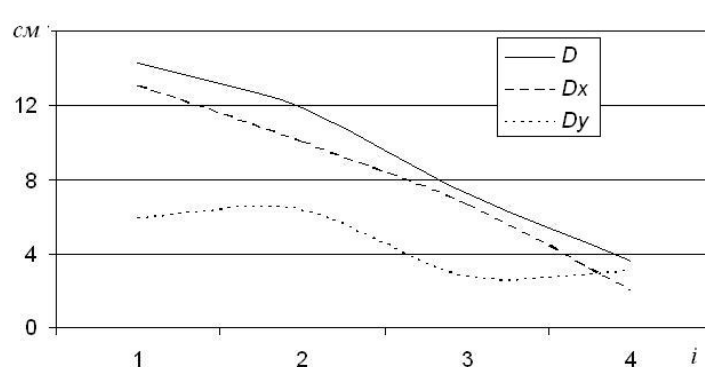


Рис. 6. Відстань між точкою прицілювання й центром мішені (D) та її горизонтальна (Dx) й вертикальна (Dy) складові

Таким чином, застосування спеціального приладу для виконання імітаційних вправ у навчально-тренувальному процесі спортсменів зі стендової стрільби дасть змогу удосконалити техніку стрільби, зокрема її найбільш технічно складного елементу – здійснення рушниці, порівняно з іншими елементами цілісного руху. Також збільшиться виконання кількості пострілів в полегшених умовах (без стрілецьких набоїв), що є надзвичайно важливим у роботі із початківцями.

Обговорення результатів. Зважаючи на те, що науковці рухову дію розглядають як систему, що складена із сукупності елементів, які взаємопов'язані та забезпечують здійснення відповідних завдань для навчання раціональної техніки рухової дії, то доцільно створити такі умови, що дадуть можливість забезпечити їхній взаємозв'язок [15]. На сьогодні в спортивному тренуванні широко використовують різноманітні тренажерні пристрої для удосконалення характеристик техніки спортивних вправ. Однак, як з'ясовано, у процесі підготовки саме спортсменів зі стендової стрільби недостатньо застосовують спеціальні прилади, тренажери.

Разом із тим, слід зазначити, що виконання імітаційних вправ на спеціальному приладі моделюють реальну стрільбу, при якій відсутня віддача. Це доцільно широко використовувати початківцям для оволодіння технікою стрільби, коли наявний острах удару в плече при виконанні пострілу. Також є потреба формування в стрільця однакового реагування на мішень, що передбачає дотримання певного діапазону часу після подання команди для випуску мішені та здійснення рушниці для виконання проведення і влучного ураження мішені.

Окрім того, виконання імітаційних вправ дасть можливість збільшити кількість пострілів в облегшених умовах та значно знизити частку застосування стрілецьких набоїв. Тобто доцільно збільшити обсяг занять за рахунок «холостого» тренування з використанням спеціального приладу, що дозволить формувати раціональну техніку стрільби.

Висновки:

1. Застосування спеціальної апаратно-програмної системи для створення зображення рухомої мішені і точки прицілювання на вертикально розміщеному екрані дає змогу проводити тренування у формі імітаційних вправ стрільби на круглому стенді. Ця система дозволяє реалізувати також прискорені та сповільнені режими виконання імітаційної вправи з метою вдосконалення техніки виконання пострілу.

2. Для визначення кінематичних параметрів техніки виконання імітаційних вправ рекомендовано для застосування комплексну методику, розроблену на основі методів теоретичної механіки та комп'ютерних програм (Excel, Paint) із оцифруванням координат точок. Похибка визначення координати точки прицілювання й центра мішені була в межах $\pm 0,75$ мм.

3. Для оцінювання техніки виконання імітаційних вправ необхідно визначати відстань точки прицілювання до центра мішені, її горизонтальну та вертикальну складові, а також відповідні відносні та абсолютні величини швидкостей.

4. Для формування раціональної техніки стрільби доцільно збільшити обсяг занять з використанням спеціального приладу («холосте» тренування).

5. Визначення окремих біомеханічних характеристик виконання імітаційної вправи на круглому стенді із застосуванням спеціального приладу свідчить про таке:

– абсолютна величина швидкості руху точки прицілювання під час виконання здійснення становить від 881,7 у.о./с до 887,1 у.о./с.;

– по вертикалі спостерігається коливний рух і величина відповідної проекції швидкості в чотирьох положеннях (0, 1, 2, 3, що були виокремлені в процесі дослідження) два рази змінює знак і становить: $-219,8$; $119,3$; $125,6$ та $-200,9$ у.о./с. відповідно.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на формування в стрільця однакового реагування на мішень, що передбачає дотримання певного діапазону часу після подання команди для випуску мішені та здійснення рушниці для виконання проведення і влучного ураження мішені.

Список літератури

1. Актон А. В. Стендовая стрельба: видеоанализ техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.shooting-ua.com/books/book_61.htm. (дата просмотра: 27.07.2014).
2. Банах С. М. Методика діагностування помилок у техніці виконання влучного пострілу / С. М. Банах // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту. – Львів, 2005. – Вип. 9, т. 1. – С. 254–255.
3. Богіно В. Ф. Прогнозування спортивного результату у стрілецьких видах спорту / В. Ф. Богіно // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту : зб. наук. пр. – Київ : Науковий світ, 2004. – № 3. – С. 20–26.
4. Грибовський В. До проблеми використання технічних засобів у стрільбі стендовій / Віталій Грибовський // Теорія та методика фізичного виховання. – 2008. – № 6. – С. 42–46.
5. Грибовський В. Застосування тренажерних пристроїв у стендовій стрільбі / Віталій Грибовський // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту. – Львів, 2010. – Вип. 14, т. 1. – С. 53–58.
6. Грибовський Р. Проблема вдосконалення технічної підготовки спортсменів у стендовій стрільбі з використанням імітаційних вправ / Ростислав Грибовський // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. виховання, спорту і здоров'я людини. – Львів, 2015. – Вип. 19, т. 1. – С. 60–64.
7. Грибовський Р. Шляхи удосконалення технічної підготовки у стендовій стрільбі / Ростислав Грибовський // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. виховання, спорту і здоров'я людини. – Львів, 2014. – Вип. 18, т. 1. – С. 54–58.
8. Козяр М. Основи влучної стрільби / Михайло Козяр, Богдан Виноградський, Андрій Ковальчук – Львів : СПОЛОМ, 2008. – 108 с. – ISBN 978–966–665–542–7
9. Коренев Г. В. Цель и приспособляемость движения / Г. В. Коренев. – Москва : Наука, 1974. – 528 с.
10. Коростильова Ю. Стан проблеми вдосконалення техніки стрільби з пневматичного пістолета / Юлія Коростильова // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту. – Львів, 2009. – Вип. 13, т. 1. – С. 161–166.
11. Лопатьев А. О возможных подходах при моделировании сложных систем в стрелковых видах спорта / А. Лопатьев, Н. Дзюбачик, Б. Виноградский // Наука в олимпийском спорте. – 2004. – № 2. – С. 101–107.
12. Макляк А. Н. Методика формирования техники производства выстрела у юных спортсменов-стрелков / А. Н. Макляк // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2010. – № 1. – С. 41–43.
13. Микуленко Н. В. Основы техники стрельбы на круглом стенде / Н. В. Микуленко // Разноцветные мишени : сб. ст. – Москва : ФИЗ, 1986. – С. 14–17.
14. Моделювання систем у стрілецьких видах спорту та проблеми їх інформаційного забезпечення / А. О. Лопатьєв, М. І. Дзюбачик, В. В. Ткачек, В. О. Карасьов // Теорія та методика фізичного виховання. – 2008. – № 6 (44). – С. 18–22.
15. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : [учеб. тренера высш. квалиф.] / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. литература, 2004. – 808 с. – ISBN 966–7133–64–8.
16. Поляков М. Тренировочные упражнения в стендовой стрельбе / М. Поляков // Разноцветные мишени : сб. ст. и очерков по пулевой, стендовой стрельбе и стрельбе из лука. – Москва : ФиС, 1984. – С. 26–35.
17. Пятков-Мельник В. Т. Стрілецько-спортивна наука України (2001–2005) [Електронний ресурс] / В. Т. Пятков-Мельник // Спортивна наука України. – 2006. – № 1. – 371 с.
18. Рудий Р. Удосконалення стрілецької майстерності / Руслан Рудий, Тарас Магмет, Ігор Собко // Стрілецька підготовка в олімпійських видах спорту : зб. наук.-метод. пр. – Львів, ЛДІФК, 2005. – С. 44–51.

19. Сальніков О. Технічні засоби в тренуванні стрільців-спортсменів // Молода спортивна наука України : зб. наук. ст. – Львів, 2000. – Вип. 4. – С. 255–257.
20. Теоретические основы использования имитационного моделирования при исследовании сложных биомеханических систем в стрелковом спорте / А. Лопатьев, Н. Дзюбачик, Б. Виноградский, К. Бретз // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. – 2008. – Т. 3. – С. 74–78.
21. Ball K.A. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intra-individual analysis / K. A. Ball, R. J. Best, T. V. Wrigley // Biomechanics Unit. Melbourne, Australia : Victoria University 2003. – P. 264–271.
22. Briskin Y. Indicators of special training of highly skilled archers in pre mesocycle / Yuriy Briskin, Maryan Pityn, Sergey Antonov // Journal of Physical Education and Sport (JPES). 2011. – Vol. 11 (3), art. 51. – P. 336–341.
23. Zanevskyy I. Shot Moment in Optoelectronic Training in the Air-Pistol Shooting / I. Zanevskyy, Yu. Korostylova, V. Mykhaylov // International Journal of Sports Science and Engineering – 2010. – Vol. 4, No. 2. – P. 67–78 – ISSN 1750–9823
24. Zanevskyy I. Specificity of shooting training with the optoelectronic target / I. Zanevskyy, Y. Korostylova, V. Mykhaylov // Acta of Bioengineering and Biomechanics – Wrocław : Mechanical Engineering Department of Wrocław University of Technology, 2009. – Vol. 11 – No. 4 – P. 63–70.
25. Technical characteristics of Scatt Shooting System. [Electronic resource]. – Access mode: [http: www. scatt.com](http://www.scatt.com) (date of application: 12. 11. 2014).

Стаття надійшла до редколегії 14.04.2016

Прийнята до друку 19.04.2016

Підписана до друку 29.04.2016